Quaderni di informatica

8

segna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici - Anno IV - Numero 2 - 1977

ARCHIVIO STORICO
ASSOCIAZIONE POZZO DI MIELE
FPDM-51
RQD/106

oneywell
eywell Information Systems Italia

FPDM-51

Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici
Anno IV - Numero 2 - 1977

Sommario

L'evoluzione dell'informatica
— aspetti tecnologici (F. FILIPPAZZI)
— aspetti applicativi (G. OCCHINI)
— aspetti economici (M. SPERANZA)
Questi tre articoli, presentati dagli autori ad un recente convegno, offrono una visione di insieme dell'informatica, mettendone in luce gli orientamenti e le fondamentali linee di sviluppo. Il quadro che emerge si presta a stimolanti riflessioni.

Le memorie di massa veloci
Nel campo delle memorie si stanno affacciando soluzioni radicalmente nuove: si tratta dei "dischi elettronici", alternativa statica, senza movimenti meccanici, delle convenzionali memorie di massa.
M. NOBILE

Impostazione e risultati di un sistema informativo integrato
Attraverso l'analisi di una effettiva realizzazione volta al controllo gestionale di una azienda, vengono evidenziati gli aspetti economici dei sistemi informativi e la loro dipendenza dai criteri di impostazione del sistema.
F. VECCHI

Resoconti e recensioni

Direttore Responsabile
F. Filippazzi

Comitato di Redazione
C. Falcetti, P. Lupo, N. Minnaja, G. Occhini, G. Rapelli, F. Ricci, M. Speranza

Redazione
Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
20010 Pregnana Milanese (Milano)

Stampa
La Tipocromo - Milano

Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 93 del 20 Marzo 1974

« Quaderni di Informatica » ospita articoli e contributi di varia provenienza. La responsabilità delle opinioni espresse rimane agli Autori.

La riproduzione di articoli della rivista, o di parte di essi, è consentita solo citando la fonte e l'autore.

L'evoluzione dell'informatica: aspetti tecnologici (*)

FRANCO FILIPPAZZI
Honeywell Information Systems Italia

1. Introduzione

Poiché il futuro è, in una certa misura, la derivazione logica del passato, conviene cominciare brevemente da quest'ultimo. Ci sembra, a tale fine, appropriato limitarci a considerare quanto accaduto nell'ultimo quinquennio.

In questo periodo, relativamente breve, l'elaboratore ha registrato un ulteriore formidabile passo in avanti; usando una terminologia del settore, si può senz'altro dire che tra gli elaboratori dell'inizio degli anni '70 e quelli attuali esiste un salto di generazione. Da un punto di vista globale, il rapporto costo/prestazioni dei sistemi è infatti migliorato di circa un ordine di grandezza. Da un punto di vista più specifico, il periodo in considerazione ha visto il sorgere di nuove tecnologie ed il contemporaneo tramonto di altre. Tra quelle tramontate, clamoroso è il caso del "nucleo magnetico", l'anellino di ferrite che per oltre tre lustri, ha dominato incontrastato il campo delle memorie veloci. Ancora agli inizi degli anni '70 la tecnologia concorrente, basata sui circuiti integrati a semiconduttore, era ben lungi dall'eguagliare le caratteristiche economiche e funzionali offerte dal nucleo magnetico. Tale condizione venne raggiunta nel 1974 (fig. 1) ed oggi le momorie a circuiti integrati hanno completamente soppiantato quelle a nuclei magnetici.

Il caso citato è doppiamente significativo: se, infatti, da un lato esemplifica un radicale cambiamento tecnologico intervenuto nel periodo considerato, dall'altro esso è rappresentativo di un orientamento di portata generale, applicabile a tutte le funzioni di base dell'elaboratore, al di là del caso specifico della memoria. Questa strada maestra del progresso tecnologico va sotto il nome di "integrazione circuitale".

(*) Presentato al "II° Convegno di aggiornamento sull'informatica per i giornalisti scientifici italiani", St. Vincent, 23 settembre 1977).
(v. Resoconti e recensioni, pag. 50)

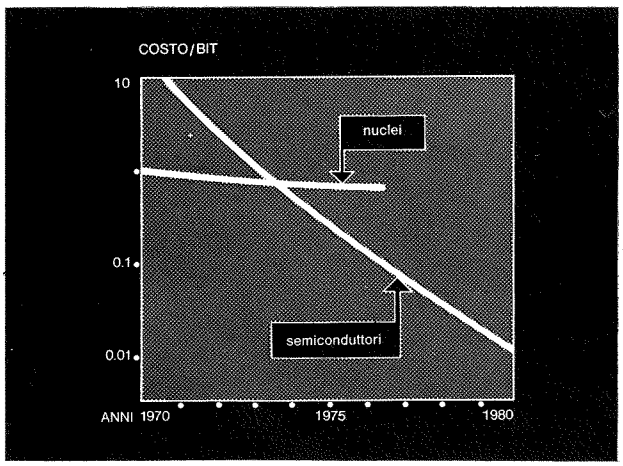


Fig. 1 - Un fondamentale cambiamento tecnologico degli anni '70: dalle memorie a nuclei magnetici alle memorie a semiconduttori.

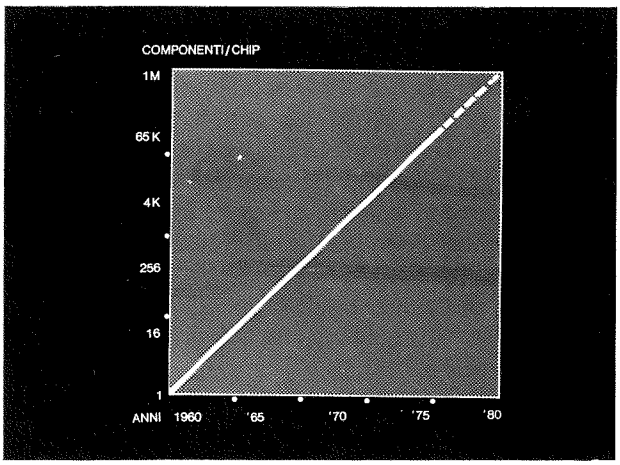


Fig. 2 - Andamento della complessità dei circuiti integrati: un raddoppio ogni anno.

2. L'integrazione circuitale

I circuiti integrati sono nati, come è noto, agli inizi degli anni '60 sotto la spinta delle esigenze delle imprese spaziali, e si sono poi estesi rapidamente ad altri settori di applicazione. L'indice fondamentale del progresso di questa tecnologia è rappresentato dalla complessità del "chip", ossia dal numero di componenti circuitali, tra loro interconnessi, realizzati in una singola, minuscola tessera di materiale. L'andamento storico di tale indice è illustrato nella fig. 2.

Occorre rilevare che il diagramma di fig. 2 si riferisce alla complessità praticamente utilizzata nelle varie epoche. Tali valori non corrispondono alla complessità massima tecnicamente realizzabile in ogni epoca, bensì alla complessità per cui risulta minimo il costo unitario (fig. 3). Una giustificazione dell'esistenza di tale minimo è fornita dalla fig. 4. Ogni curva si può infatti ritenere la risultante di due componenti aventi andamento opposto: il costo dell'elemento attivo (il "chip") e il costo di montaggio e prova del medesimo.

Il costo del chip dipende dal costo del processo e dallo scarto che esso comporta. Aumentando le dimensioni del chip, lo scarto aumenta a causa della incidenza dei difetti distribuiti casualmente sul substrato in lavorazione. In base ad un semplice modello, si ha che, se con una data dimensione del chip si ottiene uno scarto del 90%, raddoppiando tale dimensione lo scarto sale al 99%. In questo caso, un numero doppio di funzioni verrebbe a costare 20 volte di più. (Infatti, il costo del processo raddoppia in quanto tale diviene l'area di silicio usata, mentre un ulteriore fattore 10 è introdotto dal citato aumento degli scarti). Complessivamente, questa componente del costo risulta una funzione esponenziale del numero N di funzioni contenute nel chip.

L'altro maggiore elemento di costo è dovuto al montaggio e alla prova del chip. La prima operazione include la realizzazione di interconnessioni microscopiche, che costituiscono la transizione meccanica dalle dimensioni proprie del chip (10 micron di distanza tra i terminali) a quelle tipiche del mondo esterno (circa 250 volte maggiori). In prima approssimazione, il costo di montaggio è indipendente dalla complessità del chip, mentre il costo di prova cresce molto più lentamente di tale complessità. Globalmente, si può quindi ritenere che questi fattori incidano sul costo unitario in modo inversamente proporzionale alla complessità N del chip.

Dalla fig. 2 si può rilevare come, dalla introduzione dei circuiti integrati ad oggi, il numero di funzioni contenute in un chip sia andato aumentando con ritmo costante, raddoppiando in media ogni anno. Se tale ritmo di incremento della complessità si dovesse mantenere, nel 1980 dovremmo disporre di chip con un milione di elementi e arrivare ad un miliardo dieci anni più tardi.

Ciò equivale alla disponibilità di chip di memoria con capacità da 64 K bit a 128Kbit agli inizi degli anni '80 e chip da un megabit (2^{20} bit) dieci anni dopo. Per strutture non regolari e ripetitive come le momorie, il livello di integrazione risulta minore; si può tuttavia prevedere di raggiungere i 25-50.000 circuiti logici ("gates") per

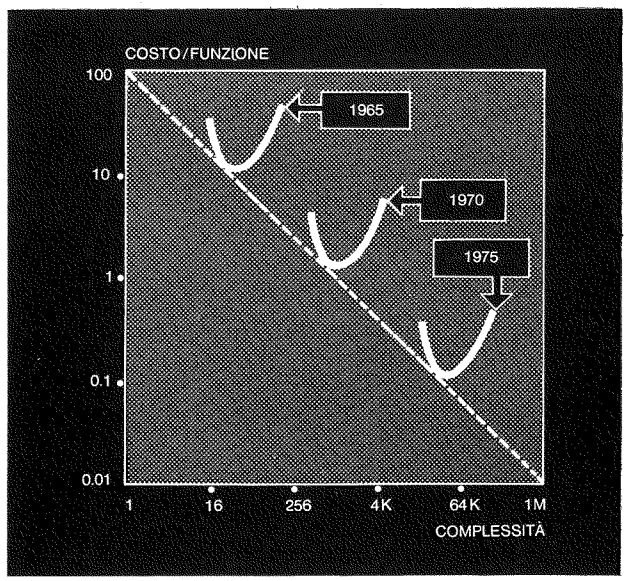


Fig. 3 - Andamento nel tempo del costo per funzione dei circuiti integrati.
(La complessità adottata in pratica corrisponde al valore che minimizza il costo per funzione).

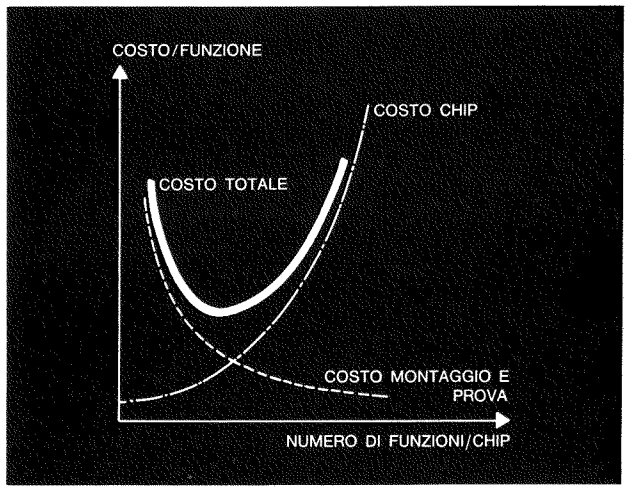


Fig. 4 - Componenti di costo dei circuiti integrati.

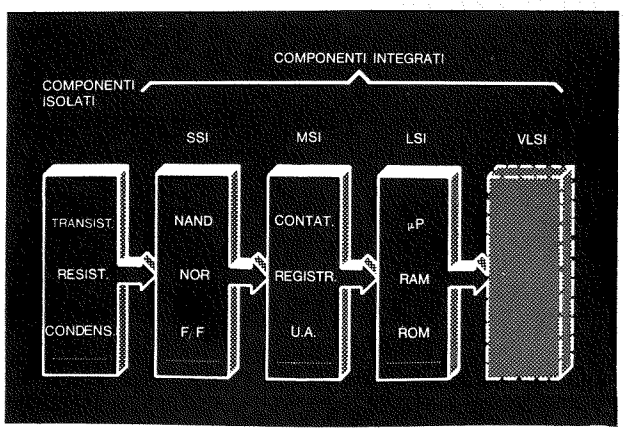


Fig. 5 - Tappe della evoluzione dei circuiti integrati.

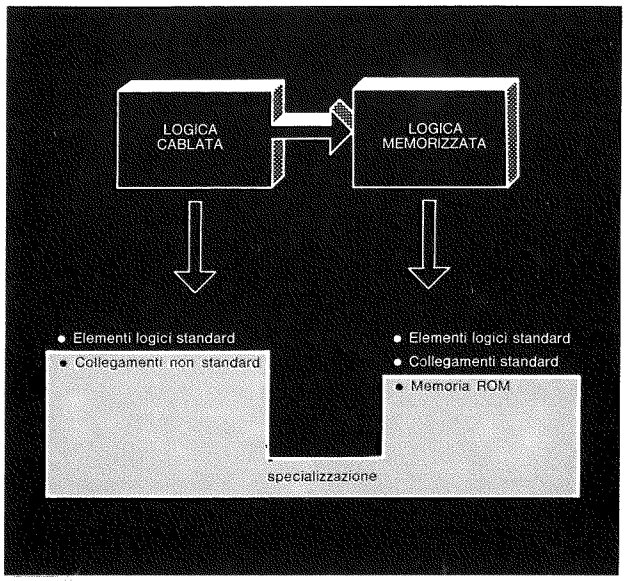


Fig. 6 - Un mutamento concettuale nel "modo di fare l'elaboratore"

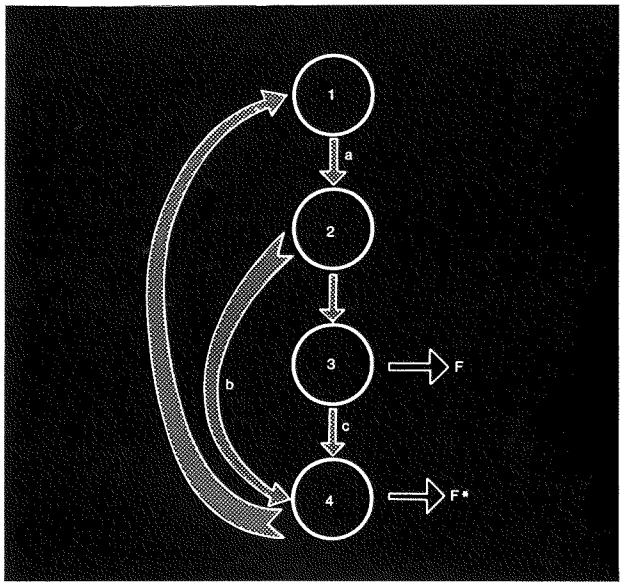


Fig. 7 - Concetto di elaboratore come "automa deterministico"

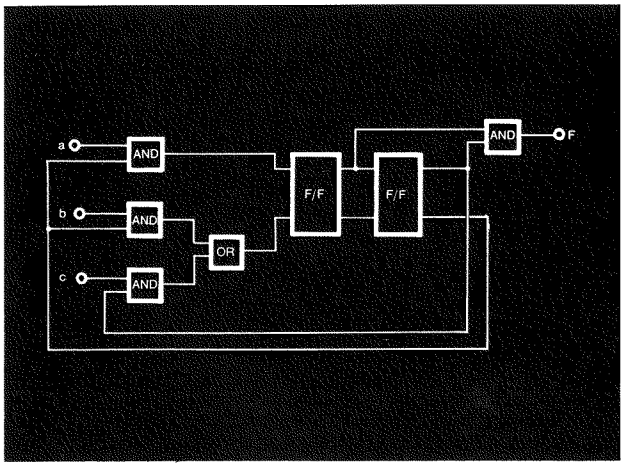


Fig. 8 - Realizzazione "cablata" di un automa deterministico.

chip nel 1980 e i 250-500.000 dieci anni dopo. Questi valori superano il numero complessivo di gates degli attuali elaboratori, rispettivamente di medie e grandi dimensioni.
Il sistematico e impressionante progresso della tecnologia dei circuiti integrati costituisce ormai il fattore determinante di evoluzione dell'intero "hardware" dell'elaboratore. Le tappe di tale evoluzione sono contrassegnate dal livello o "scala" di integrazione, come illustrato nella fig. 5: dopo le fasi di bassa (SSI), media (MSI) ed alta (LSI) integrazione, siamo ormai in vista di una nuova fase, che viene contrassegnata con la sigla VLSI (Very Large Scale Integration).

3. Dalla logica cablata alla logica memorizzata

Le possibilità offerte dalla tecnologia di integrazione circuitale sono alla base di mutamenti concettuali nel modo di progettare e costruire l'elaboratore.
Un primo aspetto è sinteticamente delineato nella fig. 6. Nella concezione tradizionale, il calcolatore era costituito da elementi logici standard, tra loro connessi in modo opportuno. I collegamenti (irregolari) assolvevano cioè la funzione di finalizzare il compito di elementi regolari, tra loro indifferenziati ("logica cablata"). L'avvento della integrazione circuitale su larga scala ha permesso un radicale cambiamento di impostazione che si traduce nell'impiego sia di elementi che di connessioni standard, confinando le irregolarità che finalizzano l'insieme in un organo intrinsecamente regolare quale è una memoria. È questo il concetto di "logica memorizzata".
L'identità funzionale dei due approcci menzionati può essere meglio compresa rifacendoci al modello dell'elaboratore come "automa deterministico" (o "automa a stati finiti"). Per chiarire questo concetto, si prenda in considerazione la fig. 7, che visualizza il funzionamento di un calcolatore elementare. La macchina può esistere in quattro stati differenti, contrassegnati con i numeri da 1 a 4. Il passaggio da uno stato ad un altro è, in generale, vincolato dalla presenza di "condizioni" dettate dal mondo esterno; nello schema ne sono presenti tre, indicate con le lettere a, b, c. Ad esempio, se manca la condizione b, la macchina passa dallo stato 2 al 3; in presenza di detta condizione, essa salta invece dallo stato 2 al 4. La macchina è predisposta per realizzare un determinato compito; ad esempio, nello schema in esame, quello di azionare un comando quando arriva nello stato 3 e di azzerarlo quando arriva nello stato 4. L'operazione della macchina non si svolge in modo univoco, ma presenta un ventaglio di possibili sequenze, a seconda le condizioni esistenti, in accordo col "diagramma di stato" di fig. 7.
La funzionalità descritta può essere realizzata nel modo tradizionale, collegando in modo opportuno un certo numero di elementi circuitali (ad esempio, come in fig. 8). Questo approccio (con "logica cablata") presenta chiaramente una scarsa flessibilità (verso modifiche o aggiunte alle funzionalità della macchina) e, inoltre, limitazioni di complessità (man mano che si conside-

rano macchine più grandi, diventa sempre più difficile progettarle in modo ottimale).
La soluzione a "logica memorizzata" si basa sulla considerazione che la macchina può essere descritta da un insieme di istruzioni elementari ("microistruzioni"), che altro non sono che indicazioni per passare da uno stato ad un altro (fig. 9). Lo schema di fig. 10 realizza questo concetto. Infatti, l'organo centrale dello schema è una memoria ("memoria di controllo") in cui sono registrate le micro-istruzioni, ossia i vari stati della macchina ed i comandi corrispondenti a ciascuno di essi. Un sequenziatore (essenzialmente un contatore) provvede, sulla base delle condizioni esistenti, a definire i successivi passi della macchina. Questa struttura di elaboratore presenta chiaramente una razionalità che quella tradizionale non possiede, e che consente di superarne le rigidità e le limitazioni.
La struttura a logica memorizzata è stata, in pratica, resa attuabile dall'avvento della integrazione su larga scala. Infatti, questa ha permesso di realizzare, in modo funzionalmente ed economicamente adeguato, la memoria di controllo su cui tale struttura si basa. Usualmente si impiega allo scopo un tipo di memoria di estrema semplicità costruttiva, detta memoria di sola lettura o ROM ("Read-Only Memory"), in cui le informazioni non sono modificabili.

4. Il microelaboratore

Se il progressivo aumento della capacità di integrazione trova una ovvia utilizzazione nel caso delle memorie (aumenta proporzionalmente il numero di informazioni registrate su un chip), non altrettanto chiaro fu all'inizio come si dovessero utilizzare le possibilità della LSI per le parti dell'elaboratore che non sono traducibili in strutture regolari come le memorie. Da una complessa gestazione del problema è emersa, infine, in tempi recenti, una soluzione che è ormai universalmente conosciuta col nome di "microprocessor" (o "microelaboratore").
In sostanza, il microprocessor riunisce in un chip tutte le funzioni di controllo e di calcolo di un elaboratore di piccola potenza (fig. 11). Esistono ormai diverse classi di microprocessor, con complessità e sofisticazione crescenti. Nella sua forma più flessibile, il microprocessor si allaccia direttamente allo schema di controllo a logica memorizzata visto in precedenza; in questo caso, la memoria ROM è realizzata normalmente in un chip a parte.
Più in generale, il microprocessor costituisce l'"Unità Centrale" (CPU = Central Processor Unit) di un sistema di elaborazione ("microcomputer") che comprende memorie vive (RAM = Random Access Memory), memorie morte (ROM) e unità di Ingresso/Uscita verso dispositivi periferici. Per realizzare un microcomputer la struttura universalmente usata è quella cosiddetta a "bus" (fig. 12). In questo schema, tutti i componenti del sistema comunicano tra loro attraverso una pista comune ("bus"), mediante la quale si scambiano dati, istruzioni e comandi.
La struttura di fig. 12 realizza in modo completo l'evoluzione dalla logica cablata alla logica memorizzata: un

Numero micro-istruz.	Equival. stato macchina	Micro-istruzione
1ª	1	se **a** è vero, salta la prossima istruzione
2ª		salta alla precedente istruzione
3ª	2	se **b** è vero, salta alla istruzione 6; altrimenti passa alla prossima
4ª	3	se **c** è vero, salta la prossima istruzione
5ª		salta alla istruzione precedente
6ª	4	salta alla istruzione 1

Fig. 9 - La descrizione di un automa deterministico come insieme di istruzioni elementari.

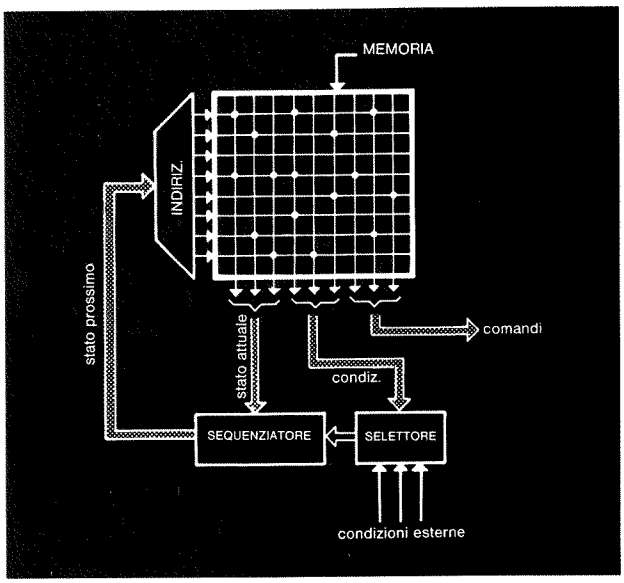


Fig. 10 - Realizzazione con "logica memorizzata" di un automa deterministico.

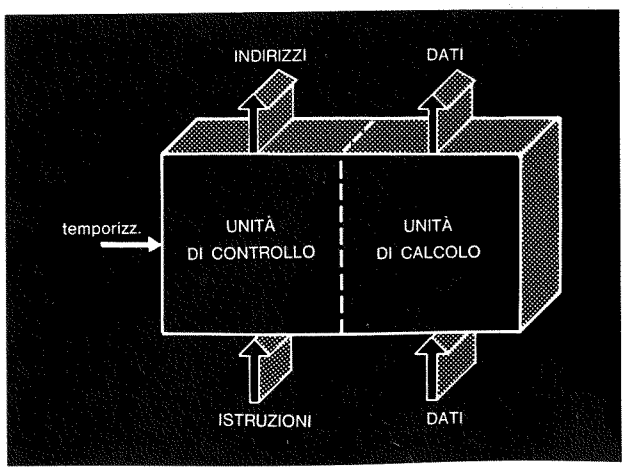


Fig. 11 - Il "microprocessor": una piccola unità centrale di elaborazione in un singolo chip.

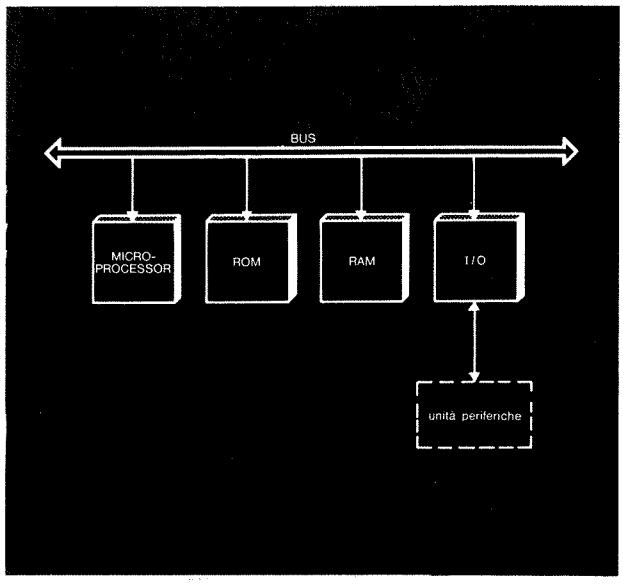


Fig. 12 - Il "microcomputer" come "scatola di montaggio" di chip LSI standard.

Tipica CPU	Numero di circuiti	Volume (m^3)	Prezzo ($)
a valvole (1955)	10.000	20	10^4
a transistori (1969)	10.000	2	10^5
a LSI (attualm.) (microprocessor)	10.000	10^{-2}	10^2

Fig. 13 - L'unità centrale di elaborazione: dall'era delle valvole a quella dei circuiti integrati su larga scala.

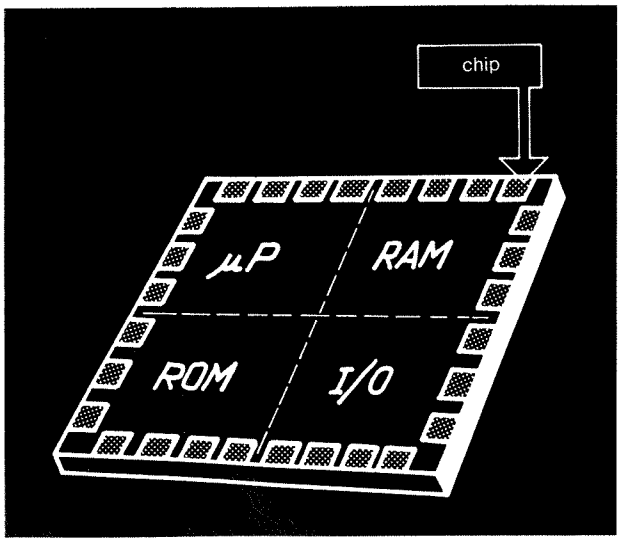


Fig. 14 - Il circuito logico "universale".

sistema viene costruito ormai con un approccio tipo "scatola di montaggio", cioè mediante un insieme ("kit") di pochi pezzi standard, ognuno dei quali costituito da un chip LSI contenente una intera unità funzionale logica o di memoria.

Il microprocessor rappresenta uno straordinario risultato della tecnologia, come è messo in evidenza dalla tabella di fig. 13. Esso costituisce, inoltre, un nuovo ed eccezionale mezzo per la diffusione delle tecniche dell'informatica non solo nei settori tradizionali, ma anche in una gamma vastissima di nuove applicazioni, sia professionali che non. I microprocessor sono stati paragonati ai motori aventi frazioni di HP: essi sono perciò destinati ad apparire ovunque nella normale vita quotidiana, in casa, in ufficio, nell'automobile, sul lavoro come negli svaghi. Una rivista americana ha recentemente pubblicato una lista di oltre 300 potenziali applicazioni del microprocessor.

L'ulteriore, prevedibile progresso della tecnologia condurrà in un futuro non lontano a realizzare l'intero microcalcolatore di fig. 12 in un unico chip, avente centinaia di migliaia di componenti (fig. 14). Ciò costituirà la realizzazione di una antica apirazione nel campo dell'elaborazione e dell'automazione in generale: il circuito logico "universale", unico e sofisticato "mattone" nella costruzione di un qualsiasi sistema.

5. Verso l'intelligenza distribuita

Le accennate possibilità della tecnologia costituiscono lo stimolo per nuove idee e nuove concezioni sulla struttura dell'elaboratore. Fino ad oggi, la concezione dell'elaboratore è rimasta sostanzialmente quella originaria di Von Neumann: una struttura gerarchica, monoblocco, con funzioni di controllo accentrate.

La fig. 15 schematizza questa struttura "a cipolla", con le velocità di operazione tipiche di ciascuno strato.

Le nuove concezioni costituiscono un sostanziale distacco da questo schema. Traendo vantaggio dalle possibilità della tecnologia, si va ora delineando un disegno modulare, costituito da un insieme di processor indipendenti, ma tuttavia in grado di concorrere ad un processo comune e di sostituirsi, all'occorrenza, l'uno all'altro. Questa architettura "multiprocessor" è schematizzata nella fig. 16, in una versione con collegamenti a "bus".

I vantaggi di una struttura come quella accennata sono innumerevoli: dall'aumento di velocità (dovuto al parallelismo di operazione), alla flessibilità (derivante dalla modularità), alla affidabilità e disponibilità del sistema (mentre in una macchina tradizionale un guasto dell'unità centrale mette fuori servizio l'intero sistema, in questo caso esso continua a funzionare, anche se con prestazioni ridotte). Non è privo di interesse accennare al fatto che il cervello biologico è probabilmente basato su una struttura di questo tipo, costituita da una miriade di microprocessor. Questa ipotesi giustificherebbe non solo le doti di reliability ma anche l'eccezionale capacità di elaborazione del cervello malgrado la bassa velocità di cui sono dotati i suoi componenti (i "neuroni").

Da quanto si è detto, un calcolatore multiprocessor si

può definire un sistema con "intelligenza distribuita". Questo stesso concetto si può estendere al caso in cui il sistema non sia fisicamente concentrato, ma le parti che lo costituiscono siano tra loro distanti e collegate mediante mezzi di telecomunicazione (linee telefoniche, ponti radio, ecc.). Si parla in questo caso di "sistema policentrico". Occorre osservare che il concetto cui ci riferiamo è molto diverso dalla elaborazione a distanza, come finora realizzata, in cui un calcolatore centrale viene utilizzato da punti periferici (terminali). Questo costituisce, infatti, ancora un sistema tradizionale, di tipo gerarchico. In un sistema policentrico, ogni nodo è invece in grado di svolgere localmente una attività di elaborazione autonoma, e allo stesso tempo di richiedere o prestare capacità di elaborazione a tutti gli altri nodi della rete. Il sistema può, cioè, essere visualizzato come un insieme di serbatoi di capacità di elaborazione tra loro comunicanti.

L'orientamento verso sistemi distribuiti territorialmente, in contrapposizione agli attuali sistemi centralizzati, trova giustificazione oltre che in ragioni funzionali e organizzative, in fattori economici. Dal grafico di fig. 17 si può infatti rilevare come, diversamente che in passato, il costo di elaborazione delle informazioni sia attualmente inferiore al costo di trasmissione delle medesime e come tale divario tenda a crescere in futuro. Da qui la convenienza di elaborare, per quanto possibile, le informazioni localmente in modo da diminuire il volume delle informazioni trasmesse. A fronte di queste considerazioni, si deve, invero, aggiungere che la diffusione di sistemi distribuiti geograficamente non potrà procedere che gradualmente; infatti, a parte i problemi tecnici ancora da risolvere, il passaggio dall'attuale concezione centralizzata ad una filosofia di decentralizzazione del sistema informativo comporta una profonda trasformazione organizzativa da parte dell'utente.

Il concetto di sistema distribuito è ulteriormente illustrato nella fig. 18, attraverso il confronto con una struttura tradizionale (in cui ogni componente comunica soltanto col livello gerarchico immediatamente superiore), nonché con una struttura di tipo biologico (in cui esistono tutte le possibili interconnessioni). Come si vede, un sistema distribuito rappresenta una soluzione che unisce i pregi di entrambe le strutture, evitando le ridondanze della seconda e le limitazioni della prima.

Le architetture distribuite, nelle loro diverse accezioni, costituiscono una fondamentale linea di tendenza dei sistemi di elaborazione per gli anni a venire. Vale la pena di ribadire che queste nuove architetture traggono origine e validità dal progresso della tecnologia: esse sarebbero semplicemente inconcepibili se i singoli processor avessero le dimensioni, la dissipazione ed il costo propri delle tecnologie precedenti.

6. La problematica del software

I temi di cui ci siamo fino a questo punto occupati afferiscono all'*hardware* dell'elaboratore. Come è noto, questo rappresenta però solo una delle due facce dell'elaborazione dei dati, l'altra essendo costituita dal *soft-*

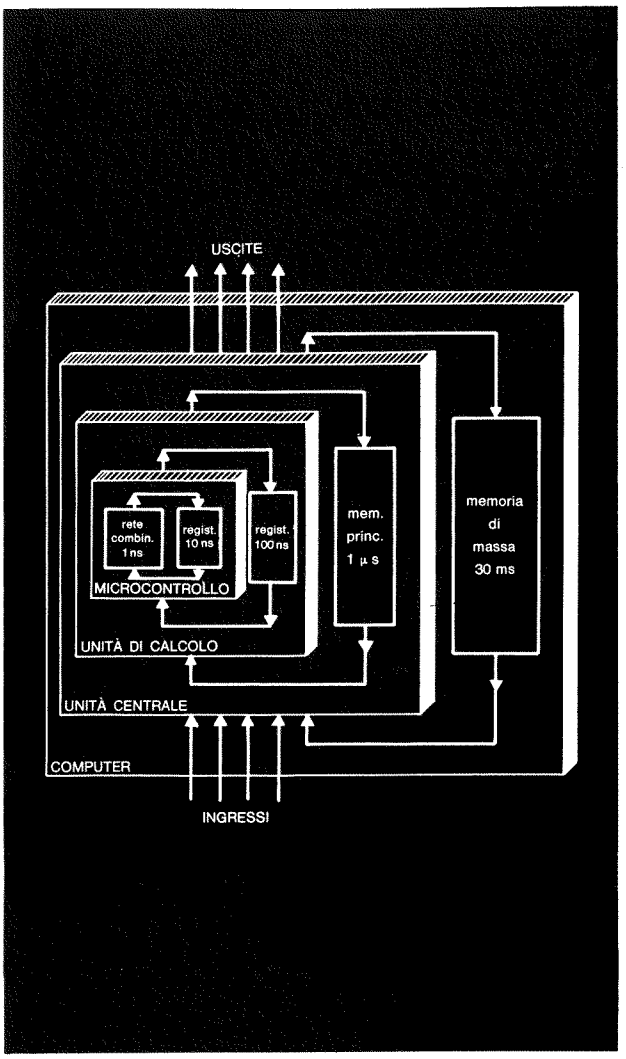


Fig. 15 - La concezione tradizionale dell'elaboratore: una struttura "a cipolla", con un controllo centralizzato.

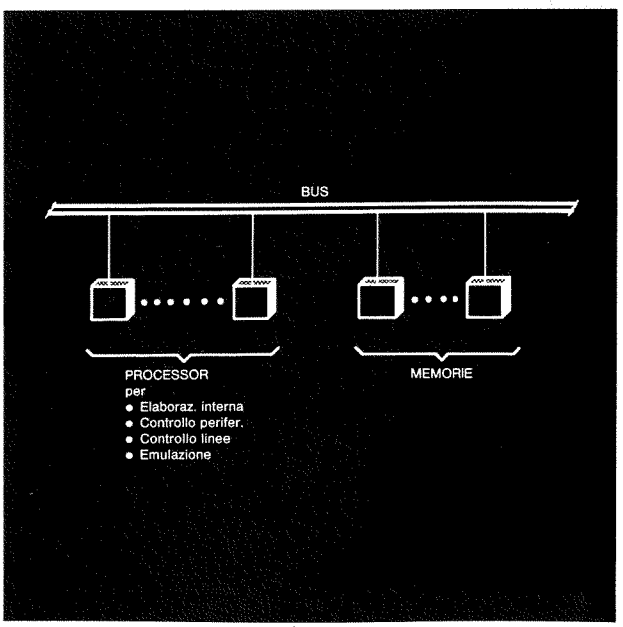


Fig. 16 - La nuova concezione dell'elaboratore: una struttura modulare, con controllo "distribuito" (architettura "multiprocessor").

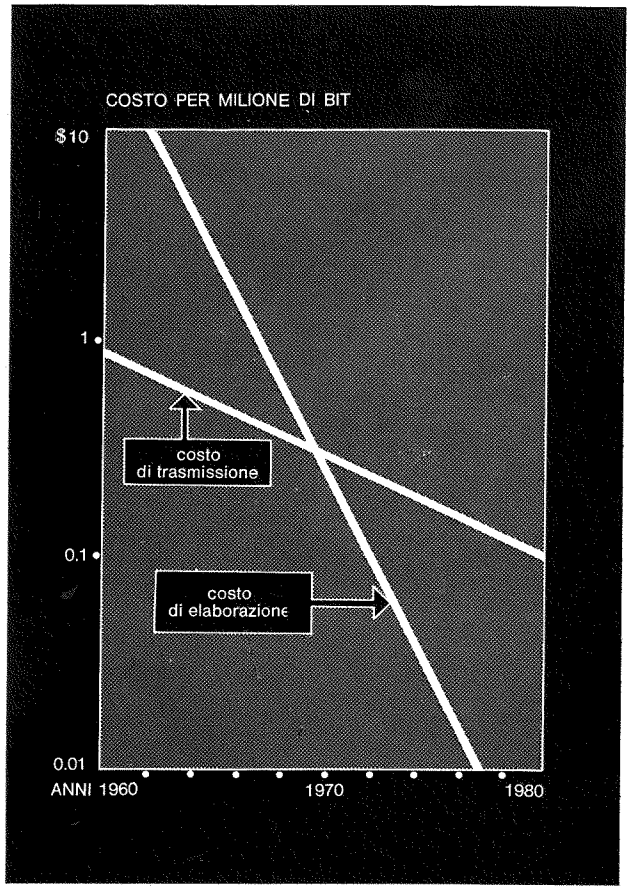


Fig. 17 - Costo di elaborazione e costo di trasmissione su una rete.

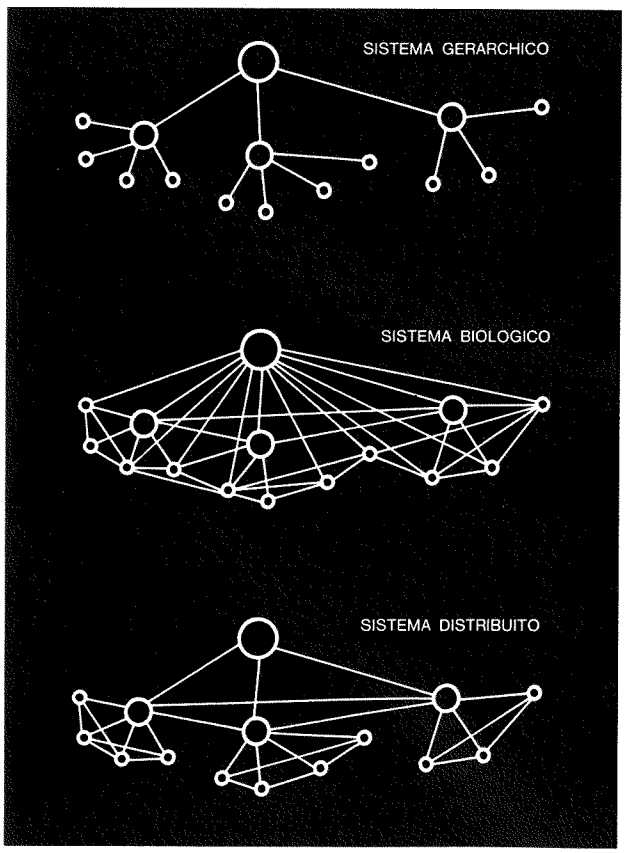


Fig. 18 - Il concetto di sistema distribuito, confrontato con i sistemi tradizionali e quelli biologici.

ware. Vale la pena di richiamare questi concetti rifacendoci (fig. 19) alla differenza di base tra "calcolatore" (computer) e "calcolatrice" (calculator). Nel caso della calcolatrice (ad es. una macchina che esegue le quattro operazioni), la sequenza delle operazioni da svolgere, cioè il "programma", risiede nella mente dell'operatore umano. In un calcolatore, invece, il programma è contenuto nella macchina stessa, che lo esegue quindi automaticamente. (Il programma è, analogamente, in questo caso, una sequenza di "istruzioni" che la macchina è in grado di riconoscere ed eseguire). La macchina costituisce l'hardware del sistema, mentre i programmi ne costituiscono il software. I programmi risiedono nella "memoria" della macchina, insieme coi dati su cui operare. Poiché nella memoria le informazioni possono essere cancellate e sostituite senza alterare la sua struttura fisica (come avviene ad es. per una lavagna), ne consegue che uno stesso hardware, cioè uno stesso calcolatore, può eseguire una serie virtualmente illimitata di programmi diversi su dati diversi.

Hardware e software costituiscono quindi aspetti complementari ed integranti del processo di elaborazione automatica dell'informazione. Il software che, in sostanza, traduce in istruzioni eseguibili dalla macchina il procedimento di soluzione di un problema, costituisce un tipico prodotto intellettuale, i cui strumenti di produzione sono, sostanzialmente, carta e matita. Malgrado questa semplicità di mezzi, il software tende ormai a costituire la parte preponderante del costo di elaborazione, nonché un vero e proprio collo di bottiglia per l'ulteriore diffusione di quest'ultima.

Se si esamina l'andamento storico dei costi hardware e software per l'utente si può constatare che, mentre all'inizio dell'era dei calcolatori il costo complessivo era sostanzialmente imputabile all'hardware, la situazione è andata modificandosi sino ad un totale capovolgimento. Ciò è illustrato dal diagramma di fig. 20. Anche se, in effetti, esso è riferito soprattutto a grandi utenti, rimane comunque rappresentativo del fenomeno. In previsione, il peso relativo del software sembra destinato ad aumentare; in alcuni settori si stima che nel 1985 esso ammonterà al 90% del costo totale. Alcuni dati possono ulteriormente chiarire le dimensioni del fenomeno. La NASA spende ogni anno per l'elaborazione dei dati 100 milioni di dollari per l'hardware contro 200 milioni per il software, pari quest'ultimo al 6% del budget annuale. Un singolo progetto, il programma per l'invio dell'uomo nello spazio, è costato complessivamente, nel periodo 1960-70, un miliardo di dollari in software. La spesa totale in USA per il software è stimata attorno ai 12 miliardi di dollari all'anno, pari a oltre l'1% del prodotto nazionale lordo, con un numero di addetti che si avvicina al mezzo milione.

Il fatto che ormai la spesa per i programmi superiori quella per la macchina è imputabile, da un lato, al continuo aumento delle applicazioni, e quindi al numero e alla complessità dei programmi richiesti, ma è dovuto soprattutto al fatto che mentre l'hardware ha registrato, a parità di prestazioni, una formidabile riduzione di costi, il costo unitario di fabbricazione del software non solo non è diminuito ma è andato anzi

man mano aumentando. Ciò è illustrato nella fig. 21, che mette a confronto il costo medio di realizzazione (software) e quello di elaborazione (hardware) per una istruzione. Mentre il secondo nel giro di 20 anni è diminuito di circa 10.000 volte, il primo, nello stesso periodo di tempo, è all'incirca raddoppiato.

Questo andamento del costo unitario di fabbricazione del software è la risultante di due fattori divergenti: infatti, pur essendo, in una certa misura, aumentata la produttività (numero di istruzioni pro capite nell'unità di tempo), essa è stata però più che bilanciata dal parallelo aumento del costo del personale. Vale la pena, a questo punto, di approfondire alcune differenze tra hardware e software.

Dall'introduzione dell'elaboratore ad oggi, l'hardware ha conosciuto non solo una serie continua di fondamentali innovazioni tecnologiche, ma anche un ininterrotto progresso sul piano metodologico, nella progettazione come nella fabbricazione. In entrambe queste attività sono stati infatti via via introdotti criteri di razionalizzazione che hanno condotto ad un alto livello di efficienza e di automazione, di cui la diminuzione dei costi costituisce la testimonianza tangibile.

Non altrettanto si può dire per il software. La produttività nella attività di programmazione, dopo un salto qualitativo verificatosi nel periodo 1955-65 in concomitanza con lo sviluppo dei linguaggi ad alto livello, si è attestata su un tasso di incremento molto basso, dell'ordine del 3% annuo (da confrontarsi con un 60% del rapporto costo/prestazioni dell'hardware). La fabbricazione del software è rimasta infatti una attività di tipo sostanzialmente artigianale, ossia con bassa automazione e largo impiego di uomini.

La mancanza di adeguate basi metodologiche è dunque ciò che oggi maggiormente contraddistingue il software dall'hardware. Nè ciò è imputabile ad un diverso ammontare di ricerca effettuato nell'un caso rispetto all'altro. Per capire meglio il fenomeno del software, è opportuno fare qualche ulteriore considerazione sulle sue caratteristiche.

Un primo punto riguarda la non linearità tra complessità di un programma e sforzo necessario per generarlo. Contrariamente a quanto potrebbe sembrare a prima vista, decuplicando lo sforzo non si costruisce un programma dieci volte più grande. In effetti, al crescere delle dimensioni del programma (cioè del numero di istruzioni di cui è composto), i mesi-uomo richiesti aumentano molto più rapidamente, con una legge di tipo esponenziale (si veda ad es. la fig. 22). Una giustificazione parziale si può trovare nel fatto che il numero di connessioni possibili in un sistema cresce col quadrato del numero dei suoi componenti (fig. 23); pertanto, la complessità di un programma, in termini di interazioni tra le sue parti, aumenta molto più che linearmente.

Un secondo punto è costituito dal fatto che, in pratica, risulta impossibile provare un programma in modo completo. Infatti, per garantire che un programma funzioni correttamente, si dovrebbero provare tutti i cammini logici che esso contiene. Ma il numero di tali cammini è eccessivamente elevato; ad es., nel pur semplice programma schematizzato in fig. 24 con un grafo

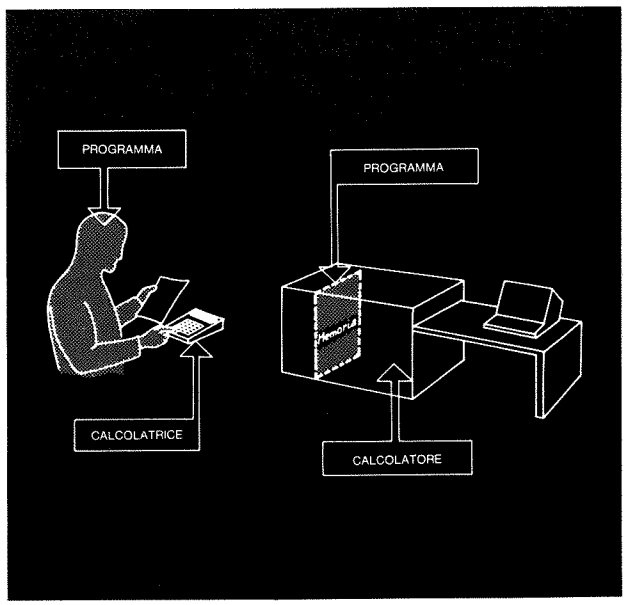


Fig. 19 - I concetti di hardware (la macchina) e di software (i programmi).

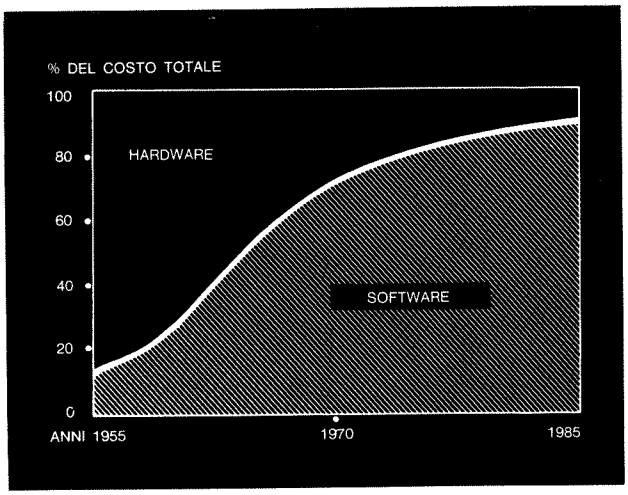


Fig. 20 - Andamento nel tempo dei costi di hardware e di software (costi globali).

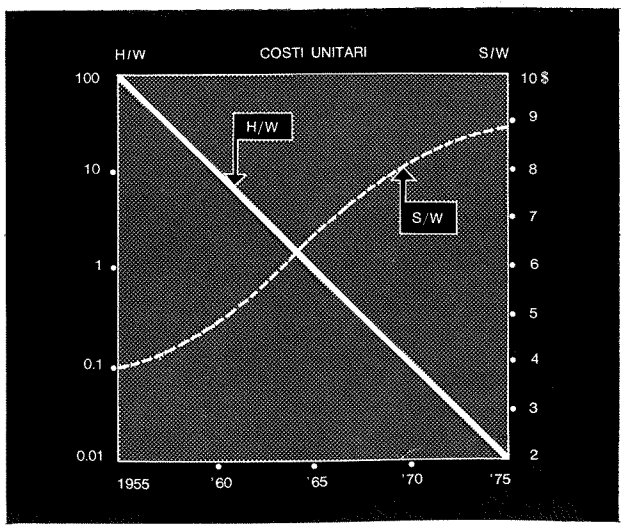


Fig. 21 - Costo di elaborazione (H/W) e costo di realizzazione (S/W) per una istruzione.

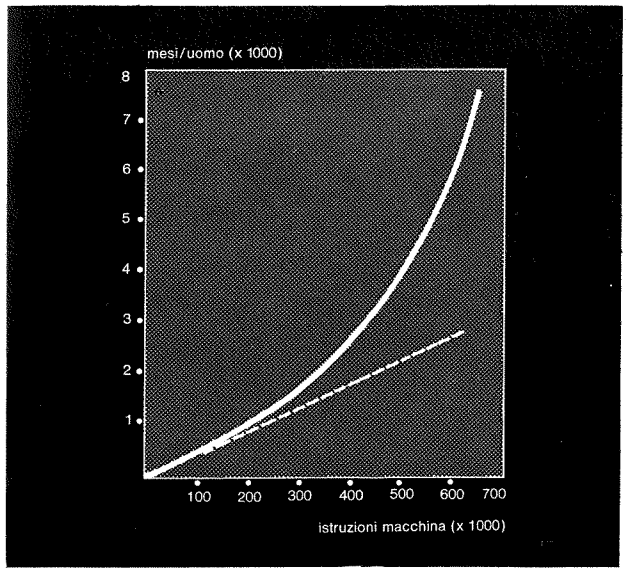


Fig. 22 - Aumento dello sforzo di progettazione al crescere delle dimensioni del programma.

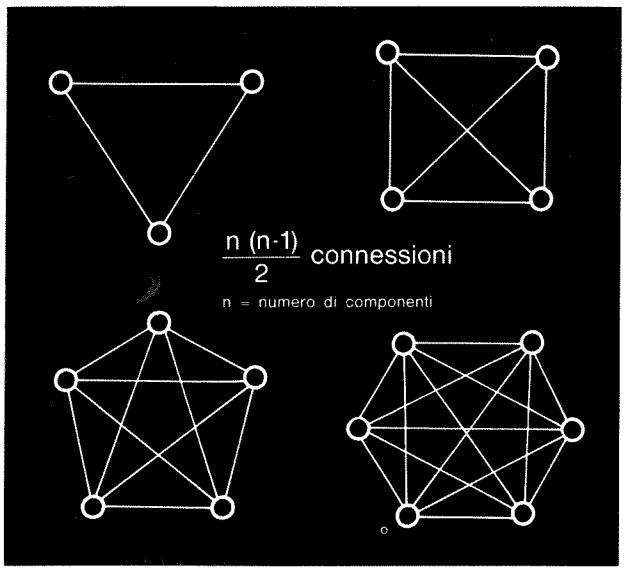


Fig. 23 - Esplosione combinatoria delle interconnessioni.

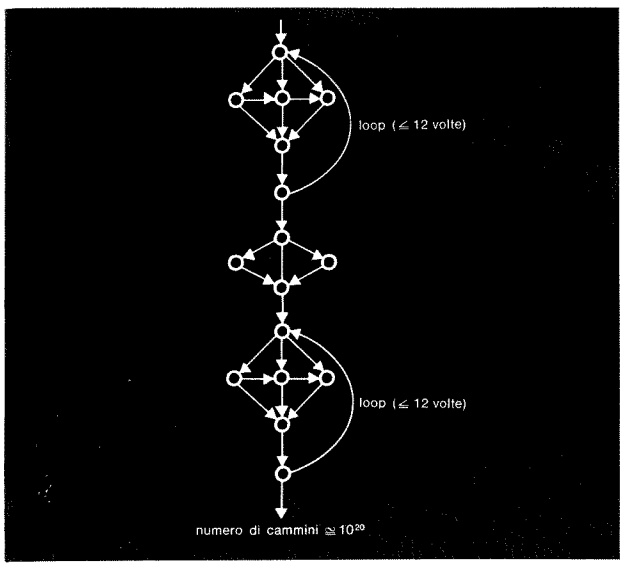


Fig. 24 - Impossibilità di prove esaustive sui programmi.

(i nodi rappresentano le decisioni interne del programma) il numero di cammini diversi è circa 10^{20}: con un elaboratore che esaminasse un cammino ogni miliardesimo di secondo, occorrebbero circa 40 secoli per eseguire la verifica! Ne risulta l'impossibilità pratica di prove esaustive del software e quindi l'incertezza della sua affidabilità. È questo un problema molto pesante: basti pensare che, secondo diverse valutazioni, almeno il 40% del costo di progettazione del software è dovuto alla necessità di correzione degli errori riscontrati. Inoltre, circostanza ancora più grave, una parte degli errori vengono scoperti successivamente al rilascio del software all'utente, e talora anche a notevole distanza di tempo. A riprova della difficoltà del problema, si possono citare dei casi di fallimento del software in progetti che, per la loro importanza e costo, avevano ricevuto il massimo di impegno e controllo: il software del progetto Apollo rivelò serie brecce durante i voli di Apollo 8, 11 e 14, mentre una delle missioni interplanetarie MARINER andò persa a causa di errori nel software.
A conclusione, si può citare una stima secondo cui solo una parte minore (circa il 25%) del personale finora complessivamente dedicato al software è stato in effetti impiegato a sviluppare nuovi programmi. Il rimanente 75% si è infatti occupato della "manutenzione" del software esistente, cioè della correzione degli errori rilevati dopo il rilascio e degli aggiornamenti (miglioramenti e aggiunte di funzionalità).
Quali prospettive esistono di cambiare la situazione prima delineata? L'orientamento oggi più promettente è costituito da un corpo di metodologie che va sotto il nome di "programmazione strutturata". Un obiettivo di base di questo approccio è la correttezza dei programmi, che viene perseguita in duplice modo, e cioè adottanto regole molto semplici di realizzazione, così da ridurre la possibilità di errori, e strutturando i programmi in modo da facilitarne il collaudo. A tali fini, il software da realizzare viene suddiviso in parti aventi un minimo di interconnessioni seguendo una metodologia "top-down", partendo cioè dal generale per arrivare al particolare e procedendo per successivi raffinamenti. Ad ogni livello di dettaglio, gli elementi del livello inferiore vengono considerati come "scatole nere", di cui è nota la funzione ma la cui definizione interna è rimandata al passo successivo. (Tradizionalmente si segue l'approccio opposto, "bottom-up", iniziando cioè dalle parti per arrivare al tutto). Oltre a ciò, nella realizzazione del programma viene impiegato un numero molto ristretto di strutture logiche semplificate (con un solo punto di entrata ed un solo punto di uscita), basate su un ormai celebre teorema degli italiani Bohm e Iacopini. La programmazione strutturata costituisce, sotto diversi aspetti, un approccio metodologico parallelo a quelli tipici dell'hardware; in particolare, essa tende a realizzare il software con un numero limitato di strutture logiche che assumono il ruolo che nell'hardware hanno i componenti.
La programmazione strutturata costituisce senza dubbio il tentativo più significativo sinora fatto per razionalizzare la costruzione del software. La Honeywell I.S.I. è stata antesignana in questo campo in Italia

ed ha contribuito a diffondere queste nuove idee nel nostro paese, dove sono in corso di sperimentazione.
La ricerca metodologica è indubbiamente la strada maestra lungo cui proseguire per ottimizzare il problema del software. Ci si può chiedere se non esistano anche altre vie; in particolare, se un contributo alla soluzione del problema non possa venire dall'hardware, che mette a disposizione capacità logiche e di memoria continuamente crescenti a prezzi sempre più bassi. In linea di principio, questa prospettiva esiste, in particolare per quanto riguarda il software di base, cioè l'insieme di programmi che gestiscono in modo automatico il funzionamento del sistema. L'orientamento verso architetture distribuite potrebbe giocare positivamente in questo senso, così come la possibilità di passare dalla tradizionale impostazione onnicomprensiva ("general purpose") dell'elaboratore verso macchine orientate a classi di problemi. Una possibilità specifica, che il progresso della tecnologia lascia intravedere, è l'introduzione di un nuovo tipo di memoria, completamente diversa da quelle finora usate, che consentirebbe una semplificazione del processo interno di programmazione.

7. La memoria associativa

La memoria costituisce, come noto, il punto focale dell'intero sistema di elaborazione: tutte le informazioni — programmi e dati (iniziali, intermedi, finali) — transitano infatti attraverso questo organo. Una memoria si può, in generale, rappresentare come in fig. 25, cioè come un insieme di caselle, ognuna contraddistinta da un numero progressivo ("indirizzo"). Le singole celle (ciascuna di un bit) di cui ogni casella è costituita sono generalmente raggruppate in campi; ad es., se la memoria contiene i dati anagrafici di una popolazione, i campi A, B, C, ... corrisponderanno rispettivamente al cognome, nome, data di nascita, ecc. degli individui.
Tutte le memorie sinora in pratica usate, di qualunque tipo esse siano, hanno una caratteristica fondamentale in comune: per accedere alle informazioni contenute in una casella occorre fornire alla memoria l'indirizzo ad essa corrispondente (fig. 26). Si tratta, cioè, di memorie "indirizzabili".
Nessun dato può essere rintracciato nella memoria senza la conoscenza del relativo indirizzo. Così se, con riferimento all'esempio precedente, si volessero conoscere i dati anagrafici di tutte le persone che, ad esempio, siano nate in un dato periodo, non rimane che indirizzare successivamente tutte le caselle della memoria, confrontando il campo C di ciascuna di esse con il dato di riferimento.
Un meccanismo di accesso completamente diverso è, invece, quello di tipo "associativo". In una memoria di questo genere, infatti, l'accesso ad una casella non viene realizzato fornendone l'indirizzo ma il suo stesso contenuto, o una parte di esso. Rifacendoci all'esempio precedente, basta cioè, presentare alla memoria il dato anagrafico relativo al campo C, perché automaticamente la memoria fornisca tutti gli indirizzi nei quali si riscontra tale dato. Lo schema di principio di una memoria di questo tipo (memoria "associativa" o "con

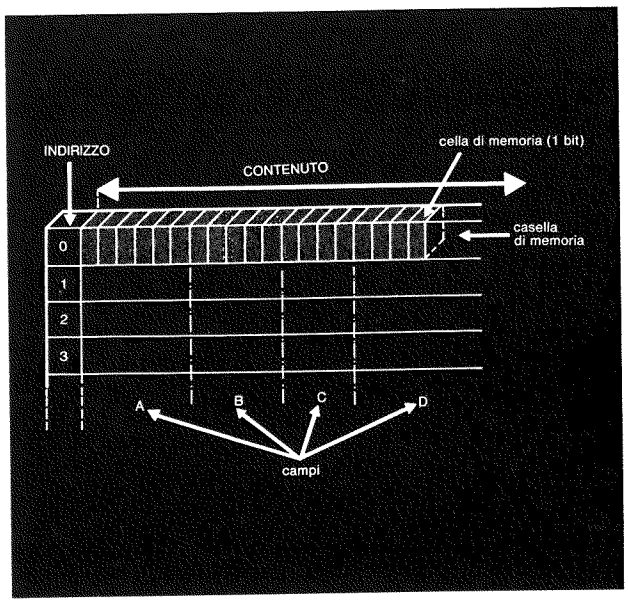


Fig. 25 - Schematizzazione di una memoria.

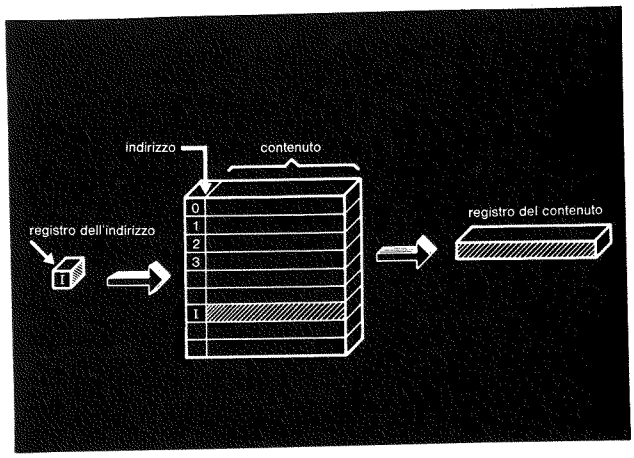


Fig. 26 - Memoria con accesso convenzionale (per indirizzo).

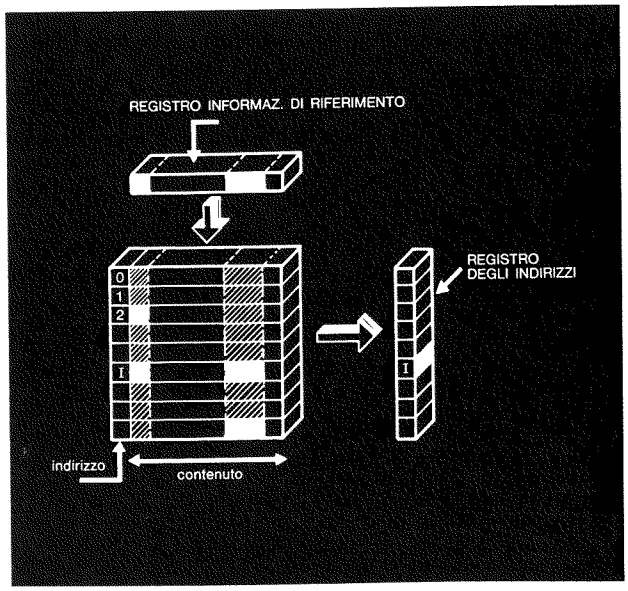


Fig. 27 - Memoria con accesso associativo (per contenuto).

accesso per contenuto") è dato in fig. 27. Una memoria associativa viene dotata, in generale, anche del meccanismo di accesso per indirizzo (non mostrato in figura); nell'esempio fatto, ciò consente di trovare, successivamente, i dati anagrafici completi delle persone individuate.

Con riferimento al lavoro di programmazione, è evidente la semplificazione derivante dall'impiego di una memoria associativa: in essa le informazioni possono essere messe a caso, senza preoccuparsi di conoscere la loro posizione iniziale o successiva, perché non vengono rintracciate in base a questa. L'uso di memorie associative pone in termini completamente nuovi e radicalmente più semplici il problema della organizzazione delle "basi di dati".

Una caratteristica fondamentale dello schema associativo è che l'accesso viene realizzato simultaneamente su tutte le posizioni di memoria. L'operazione anagrafica descritta in precedenza avviene cioè in un passo solo; con una memoria indirizzabile essa richiederebbe invece tanti passi successivi quanti sono gli indirizzi della memoria. L'accesso per contenuto comporta quindi un drastico aumento della velocità operativa. Se in certe applicazioni questo può essere relativamente importante, in altre può essere essenziale; si pensi all'interrogazione di grandi archivi, ad esempio, per ricerche bibliografiche o per l'automazione della diagnostica medica. In questi casi, anche con la velocità delle più moderne memorie indirizzabili, si hanno tempi di risposta inaccettabilmente lunghi.

Se tali sono quindi i vantaggi della memoria associativa, è ovvio chiedersi come mai non sia praticamente usata. La ragione risiede nel fatto che essa è assai più complicata, e quindi costosa, delle convenzionali memorie indirizzabili. Infatti, mentre in queste ultime ogni singola cella deve solo registrare l'informazione, in una memoria associativa ogni cella, oltre alla funzione di memoria, deve possedere funzioni logiche. L'informazione presentata alla memoria deve, infatti, essere "associata", bit per bit, con quelle in essa registrate. In ogni cella di memoria associativa avviene, in sostanza, il confronto tra il bit presente e quello esterno di riferimento (fig. 28). Se le due informazioni coincidono, la rete logica di confronto non emette alcun segnale. In caso contrario, dalla cella parte un segnale di discordanza, che viene inviato ad un apposito registro. Basta un solo segnale di discordanza in una casella di memoria, perché l'indirizzo corrispondente venga escluso da quelli cercati.

Il costo e la complessità della memoria associativa ne hanno precluso sinora l'impiego pratico. Si comincia ora ad avere qualche esempio di impiego, ma con capacità di memoria ridottissima, utilizzando la tecnica dei circuiti integrati su larga scala. I futuri progressi di tale tecnologia dovrebbero aprire la strada ad un effettivo impiego di queste memorie. Occorre però tenere presente che un bit di memoria associativa sarà sempre sensibilmente più costoso di un bit di memoria convenzionale e ciò porrà, anche in futuro, limitazioni al loro impiego.

La possibilità di realizzare convenientemente memorie associative di grandissime dimensioni può derivare dall'impiego di nuove tecnologie particolarmente adatte allo scopo, oggi ancora in fase di ricerca. Ci si riferisce, in particolare, alle tecnologie di elaborazione ottica. L'impiego della luce offre infatti la possibilità di realizzare sistemi di memoria ad altissima densità e con elevatissimo parallelismo di operazione. Basti pensare che su una lastra fotografica ad alta definizione di un centimetro di lato è possibile registrare teoricamente cento milioni di bit, i quali vengono letti, tutti allo stesso tempo, semplicemente investendo la lastra con un fascio di luce. La neutralità elettrica dei fotoni che costituiscono la luce consente inoltre di affiancare e incrociare i singoli raggi senza che occorra isolarli l'uno dall'altro, come è necessario invece nei normali circuiti elettrici. Il sistema precedente equivale, in sostanza, ad una memoria (fissa) di cento milioni di celle, corredata da un equivalente numero di collegamenti (realizzati semplicemente in aria) che consentono un accesso simultaneo a tutta la memoria.

Un possibile schema di memoria ottica associativa è illustrato in fig. 29. Il sistema è costituito da lastre fotografiche, dove sono registrate le informazioni, alternate a dispositivi elettro-ottici che deflettono i raggi di luce. Ogni bit di informazione è rappresentato sulle lastre da una coppia di areole, di cui una trasparente ed una opaca, disposte come indicato nella stessa figura. I dispositivi di deflessione determinano il percorso dei raggi di luce: ogni stadio fornisce una deflessione verso l'alto o verso il basso in funzione del valore "1" o "0" del bit di riferimento contenuto nell'apposito registro. È evidente che un raggio di luce inviato all'ingresso del sistema potrà attraversarlo solo se tutti i bit che esso incontra sul suo percorso coincidono con quelli della informazione di riferimento: esso individua quindi uno degli indirizzi cercati.

Lo schema illustrato (originato nel laboratorio di Pregnana Milanese della Honeywell I.S.I.) realizza una memoria ottica associativa di tipo fisso; il principio può essere però esteso a memorie di tipo modificabile, sostituendo alle lastre fotografiche un supporto di memoria in cui le informazioni possano essere cancellate (sono note diverse soluzioni in proposito).

Anche se lo schema illustrato è concettualmente semplice, la sua realizzazione effettiva comporta la soluzione di una lunga serie di problemi tecnologici, che sono, sostanzialmente, gli stessi presentati dalle memorie ottiche di tipo non associativo. Memorie di tipo ottico sono allo studio ormai da tempo, ma non sono ancora uscite dallo stadio dei prototipi di laboratorio. Malgrado i progressi realizzati, si deve ritenere che occorrano ancora diversi anni prima che si possa arrivare a prodotti utilizzabili praticamente.

8. Nuove soluzioni per le unità periferiche

Il cenno alle memorie ottiche indica come l'integrazione su larga scala dei circuiti a semiconduttore costituisca un filone fondamentale ma non unico della tecnologia dell'elaboratore. Altre tecnologie sono in lizza, in particolare per realizzare le unità periferiche dell'elaboratore, che costituiscono l'interfaccia della macchina con

il mondo esterno. Esistono o sono in studio tutta una serie di soluzioni per realizzare dispositivi di ingresso e uscita delle informazioni e per facilitare l'interazione con l'operatore umano. Tra i possibili argomenti relativi a quest'area, ne scegliamo un paio che ci sembrano di particolare interesse.

Il termine "plasma" rievoca automaticamente i grandiosi fenomeni della fisica stellare o, più vicino a noi, i colossali apparati di ricerca volti a riprodurre e controllare tali fenomeni. In effetti il plasma non è soltanto il prodotto di reazioni termo-nucleari realizzabili con costose e complicate apparecchiature, ma può essere, più modestamente, ottenuto in una semplice lampadina del tipo a scarica. Per definizione, infatti, il plasma è lo stato ionizzato della materia; tale stato può riscontrarsi in natura o essere realizzato artificialmente, a diversi livelli di "temperatura" (fig. 30).

Una prima applicazione che riguarda l'elaborazione dei dati è rappresentata dal cosiddetto "display al plasma" (fig. 31). Esso è costituito, in sostanza, da due lastre di vetro parallele, separate da una piccola intercapedine riempita con un gas facilmente ionizzabile (elio, ad es.), e saldate ai bordi a tenuta ermetica. Sulle lastre di vetro sono depositati due gruppi di sottili conduttori trasparenti tra loro perpendicolari, i cui incroci individuano i punti del display. Applicando una opportuna tensione elettrica tra due conduttori ortogonali, il gas che si trova in corrispondenza del punto di incrocio viene fortemente ionizzato ed emette una radiazione che rende luminoso il punto medesimo. I punti dello schermo sono tra loro molto vicini così che le immagini (caratteri o grafici) sono praticamente continue. Il dispositivo in questione si propone come una alternativa al convenzionale tubo a raggi catodici, con una serie di vantaggi: è uno schermo "piatto", praticamente bidimensionale e quindi strutturalmente molto meno ingombrante, più solido e senza pericolo di implosioni; l'immagine è stabile, senza fluttuazioni, essendo ogni punto fissato rigidamente dai due conduttori che lo individuano; lo schermo presenta proprietà di memoria, in quanto un punto, una volta acceso, rimane tale fino ad un comando di spegnimento; essendo sottile e trasparente, si presta a interessanti applicazioni, non possibili con il tubo a raggi catodici, quale la proiezione di immagini in sovrapposizione ai dati provenienti dal calcolatore. I display al plasma sono ormai disponibili commercialmente, ma il loro impiego è limitato ad applicazioni particolari, non essendo ancora economicamente competitivi con il tubo a raggi catodici. Ciò dovrebbe avvenire nei prossimi anni soprattutto se questo dispositivo verrà adottato non solo in settori professionali, come l'elaborazione dei dati, ma anche in applicazioni quantitativamente molto più ampie, come la televisione. È da menzionare, infine, che sono in fase di realizzazione display al plasma a colori, ottenuti mediante l'impiego di una struttura contenente diversi tipi di gas.

Una ulteriore applicazione è costituita dalla "stampante a pasma". Il principio di questa stampante, sperimentata nei laboratori americani della Honeywell, è illustrato nella fig. 32. Un flusso di polvere di inchiostro

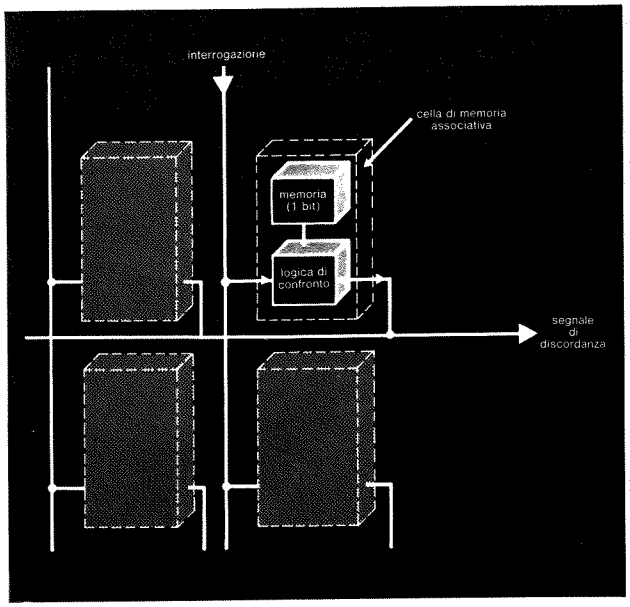


Fig. 28 - Cella di memoria associativa.

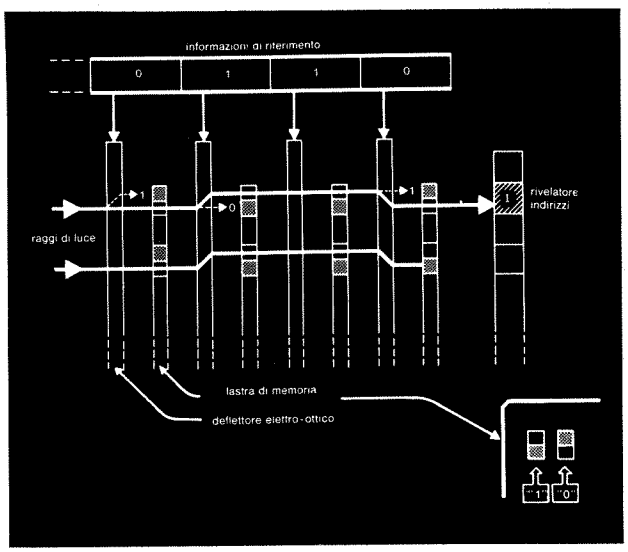


Fig. 29 - Principio di memoria ottica associativa.

Tipo di plasma	Densità (elettroni/m³)	Temperatura degli elettr. (°K)
materia interstellare	$10^{4} \div 10^{8}$	$10^{2} \div 10^{4}$
ionosfera terrestre	$10^{9} \div 10^{12}$	$10^{2} \div 10^{3}$
lampada a scarica	$10^{14} \div 10^{17}$	$10^{4} \div 10^{5}$
materia stellare	$10^{28} \div 10^{32}$	$> 10^{6}$
reattori termonucleari		

Fig. 30 - Il plasma, quarto stato della materia, in natura e nella tecnica.

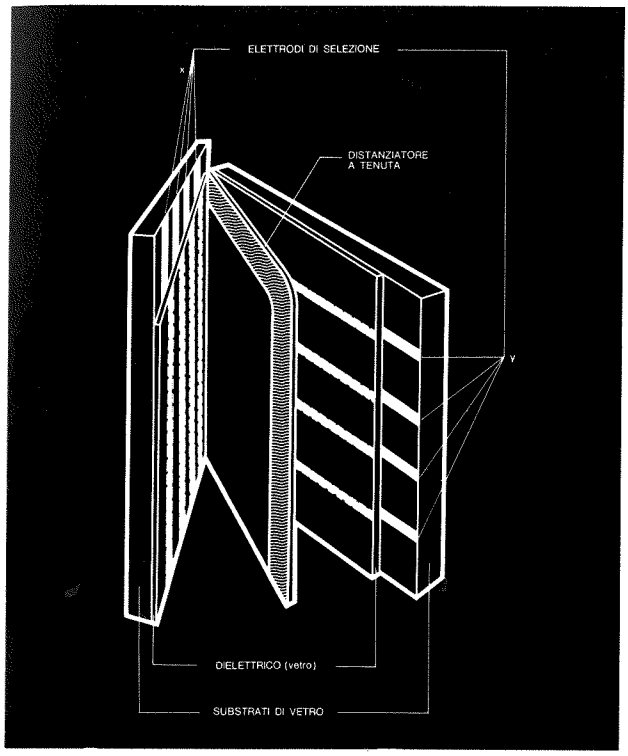


Fig. 31 - Videoschermo a plasma.

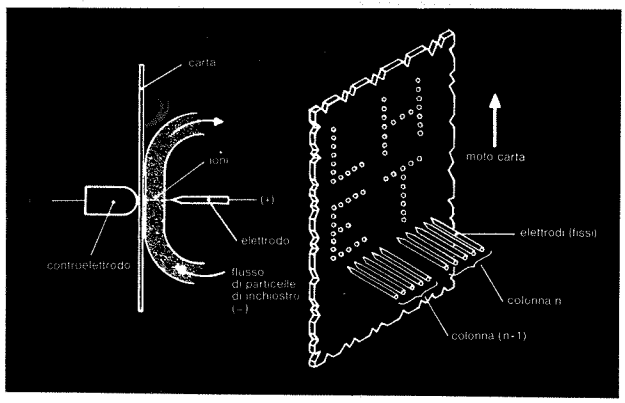


Fig. 32 - Stampante a plasma.

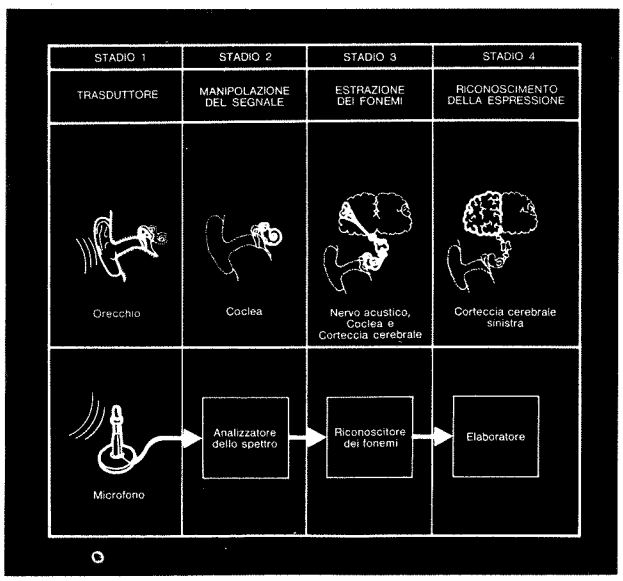


Fig. 33 - Processo di riconoscimento della voce: parallelo tra l'uomo e la macchina.

caricata negativamente lambisce la superficie della carta; gruppi di elettrodi puntiformi, posti di fronte ad essa, "sparano" ioni positivi che trascinano le particelle di inchiostro di segno opposto e le imprimono sulla carta. Attivando selettivamente gli elettrodi si possono stampare, per punti, caratteri e grafici a piacere. Come appare dalla descrizione, questo processo di stampa non impiega elementi meccanici che battono sulla carta come nelle stampanti convenzionali. Si tratta, cioè, di un metodo di stampa "non a impatto". Ciò comporta una serie di vantaggi: dal forte aumento della velocità operativa alla diminuzione di rumorosità all'incremento di affidabilità. Questa soluzione si aggiunge a quelle che promettono importanti miglioramenti al gravoso problema della stampa da elaboratore.

Nell'ambito dei metodi di ingresso/uscita delle informazioni, un tema su cui è interessante fare il punto riguarda l'interazione diretta, "a voce", tra l'uomo e la macchina. Il tema è stato posto da tempo ed ha ricevuto finora solo risposte parziali. In effetti, occorre distinguere due momenti della comunicazione vocale e cioè la comunicazione dall'uomo alla macchina e quella in senso opposto.

Il secondo problema, cioè la risposta fonica da parte dell'elaboratore, conta ormai soluzioni pratiche. Negli USA, ad esempio, i calcolatori di molte banche sono dotati di sistemi di risposta vocale: un utente, facendo semplicemente da un telefono il numero del proprio conto bancario, ottiene la situazione direttamente dall'elaboratore. Molti sintetizzatori di voce non sono altro che dei sofisticati registratori magnetici, in cui sono registrate parole e frasi che vengono trasmesse sotto controllo dell'elaboratore. Esistono, però, anche soluzioni più evolute e flessibili, basate sulla sintesi dei "fonemi", cioè dei suoni elementari in cui si può scomporre un linguaggio (per l'italiano sono circa 150). I fonemi vengono registrati in forma digitale nella memoria dell'elaboratore che li combina opportunamente, generando la sintesi a viva voce di un testo qualsiasi.

Di tutt'altra difficoltà è invece il problema di "parlare all'elaboratore", di rendere, cioè, ad esso intelligibile il normale eloquio dell'uomo. Il riconoscimento del parlato è un processo a più stadi che coinvolge nell'uomo una serie di strumenti appositi, come illustrato nella fig. 33. Occorre premettere che tutti i suoni di un discorso che arrivano all'orecchio sono riconducibili ad una combinazione lineare di onde sinusoidali con fasi differenti. Ogni dispositivo che misura le intensità relative delle onde sinusoidali componenti è chiamato analizzatore dello spettro di potenza. Si ritiene che tutte le informazioni acustiche rilevanti agli effetti del riconoscimento del discorso siano rappresentate dalla evoluzione nel tempo dello spettro di potenza del medesimo, ossia delle ampiezze delle componenti sinusoidali, mentre le informazioni di fase sono relativamente non importanti. (Queste ultime intervengono nella localizzazione delle sorgenti dei suoni, ma non nell'informazione in sè). L'orecchio umano agisce anzitutto come un analizzatore dello spettro di potenza. Successivamente, con l'intervento della corteccia cerebrale, avviene il riconoscimento dei singoli fonemi. Il passo finale ha

sede nel cervello, dove avviene l'aggregazione dei fonemi in parole e frasi ed il confronto con modelli interpretativi per dare senso appropriato al messaggio. Il processo delineato, trova riscontro, passo per passo, in apparecchiature realizzabili dall'uomo, come illustrato nella stessa figura 33. In effetti, i vari stadi hanno trovato, in varia misura, una loro soluzione tecnica, ma il risultato rimane, complessivamente, assai modesto. Le variazioni di accento e pronuncia di uno stesso individuo e, peggio, di più individui, tendono infatti a cancellare la distinzione tra i diversi fonemi. Oggi è quindi opinione comune che per riconoscere il parlato sia necessario capirlo. È questo un tema fondamentale delle ricerche sull'intelligenza artificiale che non ha ancora avuto risposta adeguata. Per riconoscere una parola non ben pronunciata o molto simile ad altre o disturbata da rumori estranei non basta, infatti, la conoscenza del vocabolario e delle regole grammaticali della lingua, ma occorre mettere in atto un processo di correlazioni coll'intero contesto in cui essa si colloca. Si tratta, in fondo, dello stesso tipo di difficoltà incontrato nel problema, sostanzialmente irrisolto, della traduzione automatica da un linguaggio ad un altro.

In definitiva, si può parlare attualmente di comunicazione vocale verso l'elaboratore solo in termini molto limitativi, cioè ponendo ampie restrizioni alla varietà del discorso e degli interlocutori. Il problema generale del riconoscimento del parlato rimane in sostanza, per il momento, insoluto. È comunque da prevedere che negli anni '80 si possa superare parte delle limitazioni attuali così da dare una dimensione pratica all'interazione vocale.

9. Conclusioni

Quali conclusioni trarre da questa rapida scorsa sull'elaboratore?

Ci sembra anzitutto si possa dire che il ritmo di progresso tecnico in questo settore non mostra alcun segno di rallentamento, è vero, semmai, il contrario. Quello che è avvenuto negli ultimi anni e ciò che si sta ora preparando, rappresentano ben più che un processo evolutivo. È cambiato e sta cambiando il modo stesso di concepire l'elaboratore: innovazioni come il microelaboratore o l'intelligenza distribuita o le altre cui si è fatto cenno, hanno una portata decisamente rivoluzionaria. Si aggiunga a ciò la prospettiva generale, altrettanto carica di conseguenze, della "Very Large Scale Integration", che significa, in definitiva, la disponibilità di grandi capacità di elaborazione in volumi minimi a costi ridottissimi.

Tutto fa ritenere che siamo ormai in vista di una nuova fase di impiego dell'elaboratore. Da una fase iniziale in cui esso era uno strumento accessibile ad un ristretto numero di esperti, si è passati alla attuale fase di ampio impiego anche da parte di utenti non specialisti. Tuttavia, fino ad ora, il calcolatore ha avuto scarso effetto sullo "stile di vita" dei singoli. La prevista disponibilità di potenza di elaborazione a basso prezzo e facile impiego, lascia ora intravedere una nuova fase di utilizzo dell'elaboratore, caratterizzata da una sua diffusione capillare, tipo bene di consumo. Il computer personale, il terminale domestico, come mezzo per lavorare, studiare, svagarsi, svolgere incombenze le più svariate, rientra ormai nel novero delle possibilità tecniche ed economiche, anche se non dell'immediato futuro. L'informatica si prospetta quindi, in questa ottica, come fattore di cambiamento sostanziale del nostro stesso modo di vivere.

10. Bibliografia

Data l'ampiezza del tema, conviene qui fare riferimento a pochi titoli, che forniscano però ulteriori rimandi a chi desidera approfondire gli argomenti. Sulla evoluzione dell'hardware si può consultare: F. Filippazzi, *"Tecnologia dell'elaboratore elettronico: situazione attuale e prospettive"*, (Milano, 1977). Sulle tematiche del software, si segnala il testo di dispense, *"Ingegneria del Software"* (L'Aquila, 1977), in particolare il capitolo introduttivo di G. Lanzarone. Si segnala inoltre il numero speciale, del dicembre 1976, di *"IEEE Transactions on Electronic Computers"*, che contiene una raccolta di articoli di sintesi sui vari aspetti tecnico-scientifici dell'informatica, con ampi riferimenti bibliografici.

Per alcuni temi specifici accennati nell'articolo — in particolare i microelaboratori, i sistemi distribuiti, la correttezza del software, l'intelligenza artificiale — si può fare utile riferimento ad articoli apparsi su questa rivista e raccolti di recente nel volume *"L'informatica oggi"*, (Milano 1977), a cura della Honeywell I.S.I.

L'evoluzione dell'informatica: aspetti applicativi (*)

GIULIO OCCHINI
Honeywell Information Systems Italia

1. Premessa

Nella pur breve e tumultuosa storia dell'informatica almeno un risultato può ormai ritenersi definitivamente acquisito e consolidato; si tratta del ruolo degli elaboratori come strumenti di razionalizzazione delle organizzazioni produttive e amministrative; ciò è tanto vero che l'informatica viene generalmente oggi considerata una infrastruttura di base delle società industriali evolute capace di incidere in modo determinante sulla loro efficienza alla stessa stregua del sistema di distribuzione dell'energia e del telefono.

Partendo da questa constatazione, l'obiettivo dell'informatica nei prossimi anni non può essere che quello di uscire dalla più o meno ristretta cerchia degli addetti ai lavori e di penetrare capillarmente nel tessuto sociale, mettendo a diretta disposizione del singolo cittadino le sue possibilità applicative.

Dal punto di vista della tecnologia hardware si è visto come questo obiettivo possa rapidamente trasformarsi in realtà; il miglioramento del rapporto costo/prestazioni verificatosi negli ultimi anni (e a darne un'immagine suggestiva basti confrontarlo con quello della tecnologia meccanica che se si fosse sviluppata a una velocità confrontabile sarebbe oggi in grado di produrre automobili private del costo di un dollaro e capaci di viaggiare alla velocità del suono) mette già oggi a disposizione significative capacità di elaborazione a costi confrontabili con quelli di una vettura familiare o di poco superiori a quello delle macchine di uso domestico.

Il vero ostacolo è costituito dalla complessità intrinseca all'uso tradizionale dell'informatica, complessità che, dal punto di vista tecnico, è riconducibile agli aspetti di software e più precisamente ai problemi connessi con la sua produzione cui si è già fatto cenno nella precedente relazione.

Poiché in quest'area nonostante i progressi che indubbiamente si verificheranno con la adozione estesa delle nuove tecniche,non si può pensare ad un radicale cambiamento della situazione nei prossimi 10 anni, la soluzione del problema della diffusione capillare dell'informatica va cercata in altre direzioni; precisamente è prevedibile che verrà affidata alla generalizzazione del concetto di "sistema interattivo" che, per definizione, non comporta da parte del suo utilizzatore una specializzazione diversa da quella che la sua attività richiede. Gli esempi del tempo reale applicato alla gestione delle transazioni di sportello negli istituti di credito o quello della prenotazione dei posti nelle compagnie aeree dimostrano come i sistemi di elaborazione possano, attraverso il loro impiego interattivo, rendere "invisibili" all'utente le loro capacità potenzialmente "general purpose" (e quindi la loro complessità) per fornirgli uno strumento tagliato sulle sue esigenze applicative e pertanto di immediata operabilità (fig. 1).

La concezione dei sistemi interattivi implica, cioè, quella di specializzazione applicativa ed è questa la caratteristica che ne ha decretato il successo e a cui sarà presumibilmente assegnato il compito di portare l'informatica al di là della barriera degli esperti rendendola disponibile al comune cittadino nell'espletamento delle sue attività.

I sistemi distribuiti rientrano logicamente nella categoria dei sistemi interattivi, caratterizzandosi ulteriormente per la adozione di scelte sistemistiche rese possibili dallo sviluppo tecnologico dell'hardware.

In quanto i sistemi distribuiti (o, come talvolta si dice, l'informatica distribuita) rappresentano la concezione di riferimento per i più suggestivi sviluppi applicativi ipotizzabili nel futuro, è principalmente a loro che ci riferiremo nel seguito.

Non è il caso, in queste note, di approfondire i ben noti vantaggi organizzativo-applicativi che sono stati accreditati ad una tale visione sistemistica anche perché sono in parte evolutivi rispetto a quelli già oggi sperimentabili sui sistemi interattivi.

(*) Presentato al "II° Convegno di aggiornamento sull'informatica per i giornalisti scientifici italiani", St. Vincent, 23 Settembre 1977.
(v. Resoconti e recensioni, pag. 50)

Si tratta sostanzialmente di una più efficace rispondenza alle esigenze delle unità organizzative periferiche in termini di una maggiore prontezza nel rispondere alle richieste locali e di una loro conseguente maggiore autonomia operativa; si tratta, in prospettiva, di una più elevata disponibilità globale del sistema distribuito rispetto a quello accentrato dovuta alla possibilità di parzializzazione che il primo presenta.
È d'altra parte anche chiaro che perché questa filosofia sistemistica possa imporsi in modo generalizzato si dovranno risolvere sia problemi tecnici sia, in quanto la situazione attuale è costituita da soluzioni prevalentemente accentrate, problemi organizzativi.
Tra i primi i più significativi sono quelli connessi con la distribuzione geografica della basi di dati pur dovendone rimanere centralizzata la struttura logica di controllo e quelli connessi con la riservatezza e i diritti di accesso alle informazioni; tra i secondi basti citare la necessità di non disperdere attraverso la distribuzione, il capitale di conoscenze che trova oggi nei gruppi centralizzati l'ambiente migliore per il suo sviluppo. Saranno questi i problemi che costruttori e utenti dovranno affrontare nei prossimi anni ma tutto fa pensare che non si dovrebbero presentare difficoltà insormontabili alla loro soluzione purché non vengano artificiosamente sottovalutati.
In quanto segue, invece, ci si limiterà ad individuare alcune caratteristiche strategiche della concezione sistemi distribuiti che stanno al confine tra gli aspetti sistemistici e quelli più propriamente applicativi, ma che comunque, nonostante la loro poco diffusa conoscenza attuale, sono destinati a giuocare un ruolo focale sulle modalità di impiego dell'informatica da parte dell'utente.

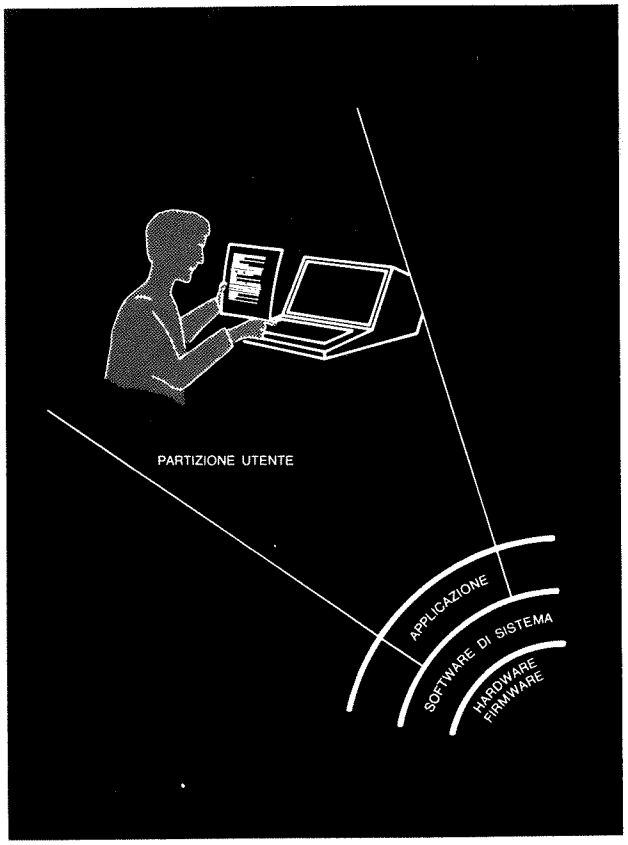


Fig. 1 - Interattività e specializzazione applicativa.

Specializzazione applicativa
Questa caratteristica che, si è detto, è intrinseca alla filosofia dei sistemi interattivi, nel caso dei sistemi distribuiti si realizza a livello dei singoli elaboratori facenti parte della rete e finalizzati, in termini di configurazione di hardware, di software (e magari di firmware) al perseguimento degli obiettivi locali.

Modularità
La modularità fisica e funzionale all'interno del sistema distribuito si realizza attraverso l'adozione di blocchi costruttivi che si presentano in modo standard all'interfaccia di comunicazione, indipendentemente dalla loro capacità di elaborazione che è dinamicamente dimensionata sulle esigenze locali.
Gli incrementi di potenza di elaborazione eventualmente necessari si ottengono attraverso un aumento del parallelismo anziché con quello della velocità operativa delle unità centrali (fig. 2).
Questa impostazione si contrappone a quella oggi prevalente ed espressa nel concetto di serie di sistemi tra loro compatibili costituita da un certo numero di modelli ciascuno con un suo preciso punto di ottimizzazione a livello hardware e software.

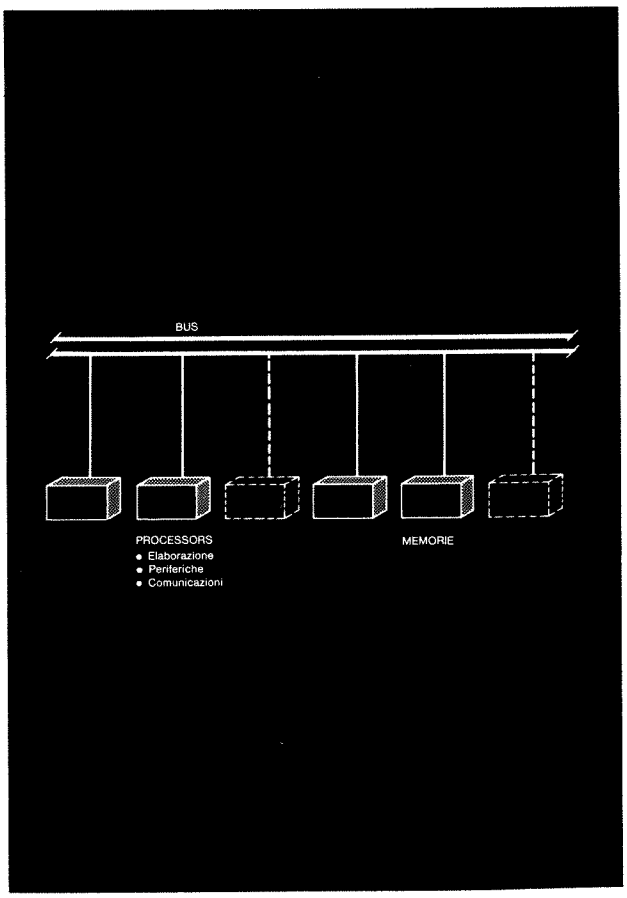


Fig. 2 - La modularità dei sistemi distribuiti.

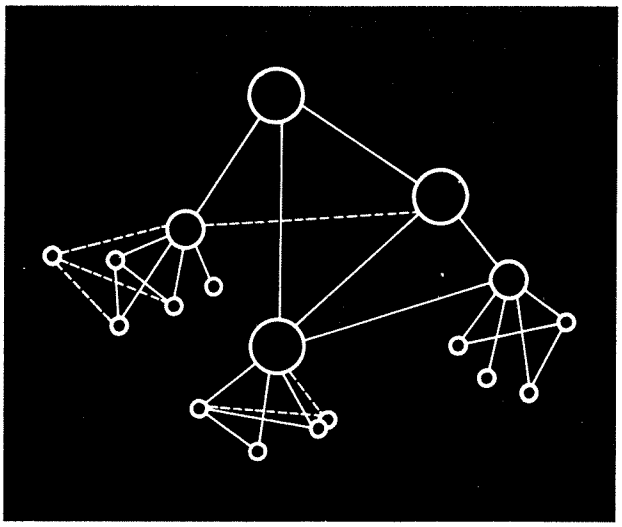


Fig. 3 - L'estensibilità dei sistemi distribuiti.

Estensibilità

È una conseguenza delle due caratteristiche precedenti che però conferisce ai sistemi distribuiti una nuova importante dimensione.

Per sua natura, un sistema distribuito può crescere in modo estremamente graduato attraverso la aggiunta di nuovi livelli di parallelismo elaborativo nel nodo, di nuovi nodi di elaborazione nella rete e di nuove vie aperte alle comunicazioni internodali (fig. 3).

In questo senso si può ben dire che i sistemi informativi distribuiti presentano una sorprendente analogia con gli organismi viventi in quanto il loro processo di sviluppo è simile a quello del ricambio cellulare; ne differiscono per il fatto che i sistemi organici sono destinati a morire, mentre quelli informativi potrebbero pensarsi come "immortali" in quanto non necessiterebbero di essere sostituiti dopo un certo periodo di funzionamento, ma continuerebbero a modificarsi durante la loro vita lasciando inalterata la struttura dell'insieme che, come tale, non cesserebbe mai di "esistere".

Una tale prospettiva comporterebbe tra l'altro sostanziali cambiamenti nel modo di progettare i sistemi di elaborazione che non verrebbero più condizionati alla compatibilità con modelli preesistenti necessaria oggi a garantire la "conservazione del passato": se tale "passato" va mantenuto i programmi che lo rappresentano continueranno ad essere eseguiti sugli stessi modelli esistenti mentre i nuovi prodotti verranno inseriti nella rete per trattare nuove applicazioni.

Un'importante conseguenza di questa considerazione è che i ritrovati tecnologici potranno essere immediatamente adottati nei nuovi progetti senza vincoli di continuità con i precedenti e questo porterà a una ulteriore accelerazione del processo innovativo.

Fatte queste considerazioni introduttive sugli aspetti concettuali inerenti la filosofia dei sistemi distribuiti, in quanto segue considereremo alcune delle loro prospettive di utilizzazione applicativa scegliendole tra quelle che presentano maggiore capacità di incidere sulle diverse aree della attività umana; dalla sfera lavorativa a quella sociale, da quella pubblica a quella privata.

Quasi nulla di quello che ipotizziamo sarà realizzabile nell'immediato futuro ma, alla accusa di essere avveniristici, potremmo ribattere ricordando che, all'inizio degli anni 60, fonti autorevoli anticipavano che con meno di un centinaio di elaboratori del tipo medio-grande allora disponibile (IBM 704, ELEA 9003, etc.) si sarebbero soddisfatte le esigenze di calcolo di tutto il mondo.

Servizi e infrastrutture	Aspetto convenzionale	Aspetto informativo
Segreteria	Dattiloscrittura	Data entry, text prosessing
	Archivio	Information retrieval, Computer I/O con microfilm
	Riproduzione	Stampa
Disegno	Grafici, prospetti schemi	I/O grafico
Comunicazioni	Interne/esterne: posta facsimile, telex telefono	Rete "pubblica" più linee interne
Attrezzature	Macchine da scrivere e calcolo dittafoni, fotocopiatrici, telefoni	Terminali interattivi, unità di trattamento voce e facsimile, terminali OCR stampanti

Fig. 4 - La tecnologia informatica nell'ufficio.

2. Il sistema integrato

Il rapido affermarsi della logica di impiego interattivo degli elaboratori e la sua conseguenza in termini di sistemi distribuiti che come abbiamo visto implica il concetto di specializzazione applicativa, costituisce il quadro di riferimento per lo sviluppo del processo di confluenza nella informatica di altri settori e servizi organizzativi che, verso la metà degli anni '80, è previsto dia luogo al cosiddetto "sistema integrato".

Con il sistema integrato ci si pone l'obiettivo di estendere i principi della elaborazione distribuita a tutti i tipi di comunicazione che fluiscono nella struttura organizzativa eliminando i sistemi incompatibili e attualmente isolati dedicati rispettivamente al trattamento della voce, delle immagini, dei testi e delle informazioni.

Il sistema così concepito si estende a classi di utenti precedentemente del tutto estranei all'informatica con l'ovvia conseguenza che le sue caratteristiche strutturali e operative dovranno ancora maggiormente rendersi "invisibili" per raggiungere livelli di semplicità di impiego confrontabili con quelli del telefono, della macchina per scrivere e della fotocopiatrice.

Lo schema di figura 4 mette in luce quali siano già oggi le aree di potenziale sovrapposizione tra l'attività di tipo "amministrativo" (*) e segretariale d'ufficio e alcuni aspetti della informatica.

(*) La dizione "lavoro amministrativo" o "di ufficio" è convenzionale per indicare questo tipo di attività e come tale viene qui adottata.

Dal punto di vista dell'utente, risultano evidenti le ragioni per cui, una volta che tale soluzione si dimostri economicamente e operativamente conveniente è prevedibile una sua larghissima diffusione applicativa nelle organizzazioni produttive e amministrative.
La voce lavoro di ufficio è quella a minor concentrazione di capitale tra le attività produttive e amministrative di una società industriale; rappresenta inoltre, come sarà approfondito nella relazione successiva, la componente a più alto tasso di crescita nell'ambito del costo generale del lavoro che, a sua volta, rappresenta l'elemento a maggior dinamica inflativa.
L'applicazione delle tecnologie informatiche per razionalizzare questa area di attività è quindi di grande interesse potenziale in quanto guadagni anche marginali di efficienza, ottenuti con l'introduzione di nuove metodologie, sono in grado di incidere significativamente sulla economia globale della società (fig. 5).
Tra le prospettive che una tale evoluzione dischiude, quella forse più suggestiva è costituita dalla cosiddetta "posta elettronica".
Si tratta della possibilità di produrre testi (di messaggi, di lettere, di documenti, etc.) con l'aiuto di un terminale collegato al sistema e di indirizzarli, una volta finalizzati, ad uno qualsiasi degli utenti del sistema, trasmettendoli sulla rete che li collega tra loro.
Il destinatario può "leggere" le comunicazioni che lo riguardano qualificandosi al sistema e accedendo ad un archivio personale (la sua "cassetta postale") di corrispondenza in arrivo; esaminata la comunicazione può formulare immediatamente la risposta sul suo terminale, inoltrarla per la trasmissione e archiviare nel suo archivio riservato sia la comunicazione che la risposta oppure può archiviare la comunicazione per una risposta differita.
La preparazione della risposta potrà avvenire sulla tastiera del terminale o, nella prospettiva di lungo termine del consolidamente di una tecnologia di riconoscimento della voce, in modo vocale; la qualità dei documenti, se sarà necessario stamparli, potrà essere del tutto confrontabile con quella delle più sofisticate macchine di composizione testi oggi disponibili, grazie ai progressi anticipabili nei meccanismi di stampa di cui si è già parlato nella precedente relazione.
Tutto questo può essere fatto riducendo al minimo l'informazione cartacea e quindi ridimensionando drasticamente la proliferazione dei documenti che oggi rappresenta un vero e proprio vincolo limitativo allo sviluppo delle comunicazioni e quindi delle attività, oltre che un non indifferente fattore di spreco economico ed ecologico (si valuta che il 70-80% dei documenti prodotti da una organizzazione sia destinato alla utilizzazione interna).
Ma c'è di più, attraverso il terminale di cui si avvale per il servizio di "posta elettronica" l'utente può accedere, se autorizzato, a tutte le informazioni memorizzate nel sistema informativo della organizzazione di cui fa parte, e averle proiettate sul suo schermo senza perdita di tempo e di lavoro per il loro reperimento e senza spreco di carta.
Le previsioni correnti ipotizzano che applicazioni di questo genere potranno divenire economicamente vantaggiose nella seconda metà degli anni '80, quando i costi di trasmissione ne permetteranno una estensione generalizzata e quando sarà realizzata la piena integrazione delle tecnologie informatiche e di quelle di trasmissione dati (fig. 6).
Nell'ottica del servizio di "posta elettronica" che, ovviamente può ampliarsi al di fuori dell'ambito della singola organizzazione per raggiungere i clienti, i fornitori e al limite, i singoli cittadini, si inquadra il crescente interesse delle società di costruzione di elaboratori per il settore delle comunicazioni, in evidente concorrenza, là dove tale concorrenza è possibile, con le aziende di

Modalità di lavoro / Costo	Sistemi attuali	Sistemi isolati dotati di capacità di elaborazione locale	Sistema integrato
Tempo uomo	80	67	45
Materiale	13	13	1
Elaboratore	–	6	16
Trasmissione	7	7	1
Totali	100	93	63

Fig. 5 - Redditività potenziale della tecnologia informatica nell'ufficio (*).

* da Jack M. Niles: "Strategies in moving towards the office of the future" The Diebold Research Program - Europe, 39th Conference, September 20-22, 1977 (v. bibliografia)

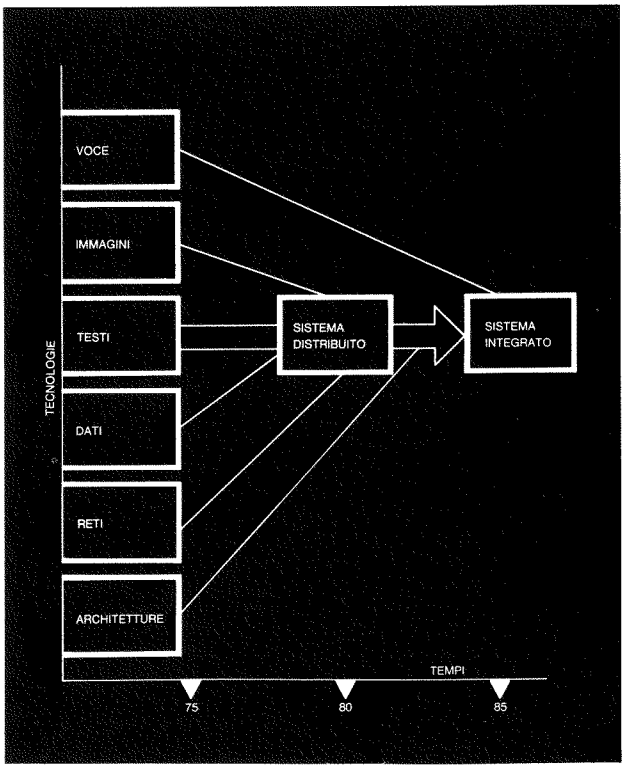


Fig. 6 - La confluenza delle tecnologie informatiche nel sistema integrato.

gestione dei servizi telefonici, telegrafici e postali.
A dare concretezza a queste prospettive va sottolineato come già oggi il facilitare lo scambio di comunicazioni tra le varie sedi nazionali e estere di una organizzazione geograficamente distribuita, rappresenti uno dei tipici impieghi del Network Information Service offerto dalla Honeywell e ne costituisca uno dei principali argomenti di interesse.
In USA la Federal Trade Commission ha in progetto una rete commutata nazionale in grado di connettere nodi equipaggiati con apparecchiature di elaborazione testi per offrirla alle aziende commerciali territorialmente distribuite.
Ancora in USA, il Post Office ha recentemente valutato che lo sviluppo delle comunicazioni inter/intra-aziendali è destinato a favorire in modo rilevante lo sviluppo delle reti di trasmissione dati rispetto al servizio postale tradizionale.
È chiaro, d'altra parte, che prima di potersi affermare estensivamente, la "posta elettronica" dovrà risolvere i problemi connessi con la gestione selettiva della corrispondenza tipica del servizio postale; questo significa riprodurre sugli archivi elettronici e sulla rete di comunicazione i diversi livelli di riservatezza e di priorità oggi caratteristici della distribuzione della corrispondenza.
Si tratta di sviluppi software ancora da avviare e che saranno soggetti ai tempi di realizzazione ed alla efficienza produttiva caratteristici di questa tecnologia.
Sarà comunque verificata, con la sua realizzazione, la previsione fatta nel 1966 da J. Kemeny, Presidente del Darthmouth College al tempo dell'avvio del servizio Time-Sharing che anticipava per gli anni '80 una diffusione di terminali confrontabile con quella degli apparecchi TV.
Addirittura, alla luce di quanto detto nella precedente relazione, si potrebbe ipotizzare che gli stessi apparecchi TV di dotazione familiare siano destinati ad assumere, al di là dell'attuale ruolo di convogliatori di informazioni unidirezionali, quello di terminali interattivi per una molteplicità di utilizzazioni domestiche nel campo dello scambio delle informazioni (fig. 7).
In una ottica di questo genere, che trasformerebbe veramente l'informatica da bene di investimento industriale a bene di consumo, si inquadrano anche i due esempi che seguono di possibili impieghi finalizzati rispettivamente alla riduzione dei consumi energetici e delle materie prime.

3. Il risparmio delle materie prime

Recentemente, sulla stampa quotidiana, è comparso un articolo che richiamava l'attenzione sul consumo di carta delle economie avanzate e sulla sua tendenza a moltiplicarsi in modo esponenziale.
Per l'Italia, l'importazione di carta rappresenta già oggi la terza voce di squilibrio nella nostra bilancia dei pagamenti dopo il petrolio ed i prodotti alimentari nonostante che il consumo "pro-capite" di 75 Kg la ponga sui livelli medio-bassi nella classifica dei paesi industrializzati.
La produzione della carta significa la distruzione delle foreste, la estensione mondiale delle quali è già stata ridotta dall'uomo di circa il 40% in poco più di 70 anni; la distruzione delle foreste significa l'aumento dei territori desertici che, nello stesso periodo, si sarebbero quasi raddoppiati e anche questo costituisce un tema oggetto di recente dibattito sui giornali.
Si è già detto come la "posta elettronica" possa contribuire a ridurre drasticamente il consumo di carta per comunicazioni, in un primo tempo tra uffici e, in una prospettiva a più lungo termine, anche tra cittadini; in quanto segue si prospetta un'altro possibile contributo che in quest'ottica l'informatica distribuita può portare alla risoluzione del problema.
Si è accennato, nella precedente relazione, alle nuove tecnologie di visualizzazione destinate a soppiantare il tubo catodico in termini di rapporto costi/prestazioni.
L'adozione estensiva di queste nuove tecnologie per la costruzione di terminali domestici capaci di collegarsi alla rete di comunicazioni esterna, renderebbe possibile il fornire ai cittadini i servizi di informazione caratteristici dei quotidiani con la loro struttura di notizie, articoli e commenti, in termini competitivi con il prezzo dell'attuale giornale.
I conti sono presto fatti: l'acquisto giornaliero di un solo quotidiano su un periodo di 7 anni che si può ipotizzare come il ciclo di vita medio di un tale terminale, porta a una spesa di circa 500.000 lire contro le 2-300.000 del costo prevedibile del terminale stesso ai livelli di diffusione che la applicazione richiederebbe (quelli dell'apparecchio TV).
I vantaggi, oltre che di tipo economico, consisterebbero nella possibilità di accedere contemporaneamente a tutte le testate che interessano e nella utilizzabilità dello stesso terminale per consultazione di biblioteche e archivi di documentazione pubblica, oltre che per gli scopi già accennati nella descrizione del "sistema integrato".
Citando la stessa notizia cui si è fatto riferimento precedentemente, il numero giornaliero di un quotidiano a larga tiratura richiede sulle 100 tonnellate di cellulosa equivalenti a circa 600 alberi cioè a più di un ettaro di bosco che ha richiesto per crescere dai 15 ai 20 anni: il "giornale elettronico" lascia sostanzialmente inalterato il lavoro giornalistico ma elimina la necessità di questo enorme spreco di materia prima per poterlo diffondere (fig. 8).

4. Il risparmio dell'energia

Gran parte del lavoro delle società industriali è riconducibile alla manipolazione ed alla elaborazione di informazioni e come tale non è condizionato dalla disponibilità di macchine e attrezzature che lo vincolino a una determinata localizzazione fisica; in particolare, quasi tutto il lavoro impiegatizio e direttivo gode di questa caratteristica.
Se si fa ancora riferimento al terminale domestico del tipo di quello utilizzabile per ricevere le notizie del "giornale elettronico" e lo si arricchisce rendendolo capace di comunicare ed eventualmente di stampare (caratteri alfanumerici o schemi e disegni resi possibili dalle nuove tecnologie di stampa) questa apparecchia-

tura coincide ancora sostanzialmente con quella che abbiamo descritto come mattone costruttivo del sistema integrato e della "posta elettronica".
Così come nel sistema integrato consente una comunicazione "senza carta" tra gli uffici, analogamente in questo caso il terminale può rappresentare lo strumento attraverso cui gran parte del lavoro di tipo indiretto può essere svolto a casa senza bisogno di spostamenti giornalieri dalla casa all'ufficio e dall'ufficio alla casa (fig. 9).
Per ogni 10.000 persone che lavorano a Milano o in una città europea confrontabile è stato stimato che si coprano settimanalmente da 1 a 2 milioni di Km con mezzi pubblici o privati; questa cifra può dare un'idea dei risparmi di combustibile che questa nuova modalità di lavoro potrebbe indurre e della dimensione dei vantaggi conseguibili in termini di protezione ecologica.
Del resto, in scala ridotta, già oggi l'informatica fornisce precisi contributi in questo campo. Basti ricordare i sistemi computerizzati di controllo del condizionamento di edifici civili o industriali per cui la Honeywell detiene la leadership a livello mondiale, e le reti di rilevazione dello stato di inquinamento atmosferico da anidride solforosa che, già da tempo operative in altri paesi, si stanno adesso attuando anche in Italia a livello regionale.

5. Informatica e istruzione

La rilevanza economica e sociale che il problema dell'istruzione è destinato ad assumere nelle società industriali è tale da suggerire una riflessione su come e in che misura l'informatica, al di là delle illusioni e dei velleitarismi, possa realisticamente contribuire a risolverlo.
Degli elaboratori nell'istruzione si parla da più di 20 anni e somme tutt'altro che trascurabili (più di 200 milioni di dollari da parte del Governo USA nel solo periodo 1967-71) sono state dedicate a esperimenti che però non hanno mai prodotto risultati applicabili su larga scala.
Nonostante questo e nonostante le presenti difficoltà della congiuntura economica, investimenti ancora più rilevanti si stanno attuando in questi anni nei paesi maggiormente sviluppati; la ragione di fondo sta nella convinzione che è solo attraverso l'utilizzazione a livello opportuno della tecnologia informatica che si può sperare di pervenire a una soluzione strategica del problema.
Dal punto di vista metodologico si è ormai superata la visione meccanicistica dei processi di apprendimento derivata dalla teoria dei riflessi condizionati di Skinner, e ci si è orientati alla adozione di tecniche modellistiche e di simulazione che restituiscano allo studente il ruolo di protagonista attivo nella conduzione del processo di acquisizione delle conoscenze (fig. 10).
In questa concezione, scopo dell'elaboratore è quello di rappresentare un modello che lo studente, attraverso esperimenti simulati, "prova" nel suo comportamento; compito dello studente è quello di individuare sulla base degli esperimenti i parametri caratteristici del modello e "scoprirne" le loro correlazioni (si pensi alla "scoperta" di una legge fisica dalla analisi dei fenomeni

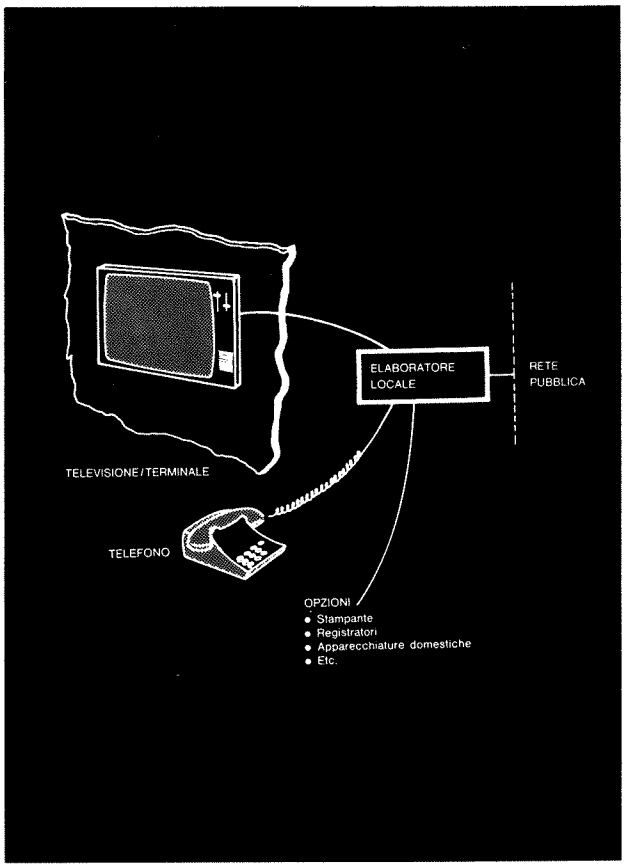


Fig. 7 - Il terminale domestico.

Fig. 8 - Il risparmio delle materie prime.

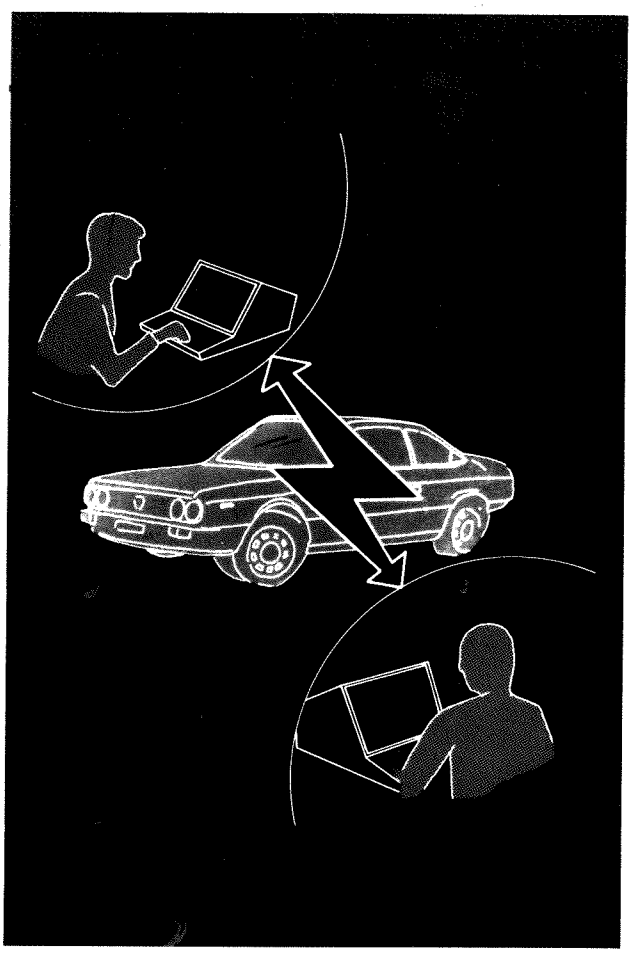


Fig. 9 - L'informatica come alternativa al trasporto.

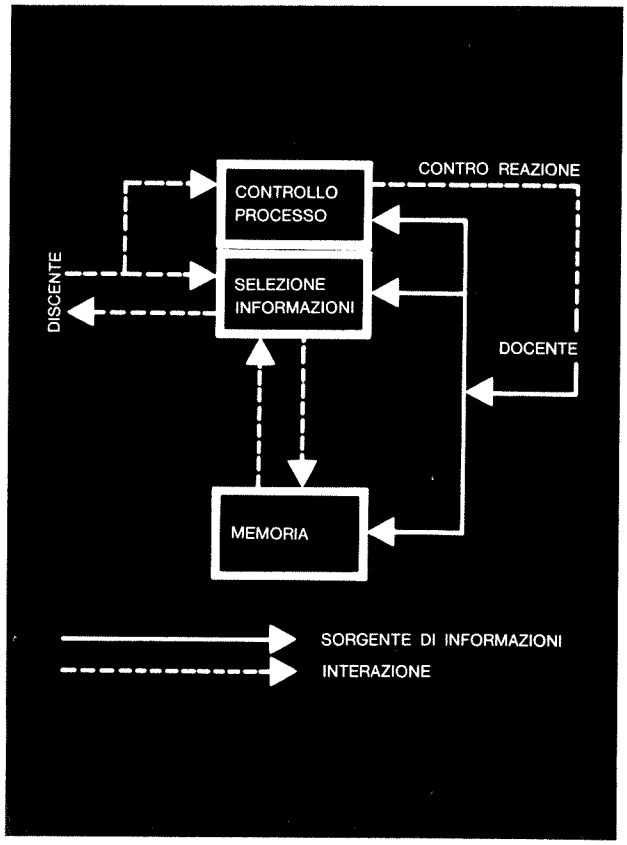


Fig. 10 - Il processo didattico in termini cibernetici.

o alla "diagnosi" di una malattia dalla analisi dei sintomi).

Anche se in Italia ci sono esempi di interessanti e recenti realizzazioni in questo campo (si possono citare i lavori sviluppati sull'elaboratore H66 dal laboratorio di analisi numerica del CNR presso l'Università di Pavia) lo sforzo più sistematico, a livello europeo, è probabilmente quello in corso di attuazione in Francia per la costruzione di un programma completo di "Computer Aided Instruction" applicabile a tutta la scuola secondaria francese.

L'attività è iniziata con la messa a punto nei primi anni '70 di un sistema prototipale basato su piccoli elaboratori dedicati e si è sviluppata con una pluriennale sperimentazione di tale sistema in un certo numero di scuole secondarie.

Da questa seprimentazione trae origine la attuale biblioteca di circa 600 corsi attinenti le principali discipline: dalla fisica alla storia, dalla biologia alla geografia, dall'informatica alla medicina.

Data l'estensione del programma ed il suo tempo di sperimentazione si è potuto farne anche una analisi economica approfondita e le conclusioni sono che la "Computer Aided Instruction" utilizzata in modo intensivo costa ancora circa il doppio della istruzione di tipo tradizionale.

In prospettiva, però, la diminuzione dei costi di elaborazione, l'avvento di reti di sistemi che possano mettere a fattor comune le grandi capacità di memorizzazione richieste dalla programmazione dei modelli e dei processi di simulazione (e in questo dovrebbero significativamente contribuire le nuove tecnologie menzionate nella relazione precedente) e la disponibilità sul mercato di terminali video a basso costo ma con sufficienti capacità locali saranno certamente in grado di ribaltare la situazione attuale.

Anche in questo caso il vero problema sarà costituito dal costo di sviluppo del software (i programmi descrittivi dei modelli e di simulazione del loro comportamento) che oggi varia in funzione del corso dai 3.000 ai 20.000 dollari e che non è prevedibile sul medio-lungo termine possa significativamente diminuire.

6. Conclusione

Si potrebbe continuare all'infinito nella disamina delle prospettive applicative che lo sviluppo tecnologico dell'informatica rende potenzialmente realizzabili.

Ma, a rischio di trascurare settori di primaria importanza (basti citare quello della sanità e dei servizi civili o quello del trasferimento automatico dei fondi nella cosiddetta "cashless society") sui quali peraltro già si è scritto ampiamente, si ritiene preferibile concludere con alcune considerazioni qualititive sui riflessi sociali del processo di informatizzazione.

A questo proposito, va innanzitutto ricordato che alla introduzione degli elaboratori elettronici è stato associato l'inizio di una seconda rivoluzione industriale.

Nella prima, alla macchina meccanica che ne personificava lo spirito, era affidato il compito di "liberare" l'uomo dalla fatica fisica sottraendogli parte del lavoro manuale necessario per la produzione dei beni; nella seconda invece si chiede all'elaboratore di alleggerire lo

sforzo intellettuale che si rende necessario per padroneggiare il volume di informazioni continuamente crescente.
E, analogamente a come la prima rivoluzione provocò situazioni di crisi che fecero considerare le macchine, anziché strumenti di potenziamento del lavoro dell'uomo, suoi potenziali e ostili rivali (basti ricordare la protesta luddista manifestatasi in Inghilterra all'introduzione delle macchine tessili) così oggi l'informatica può presentarsi all'umanità nel duplice aspetto di amplificatore delle capacità intellettuali dell'individuo e di potenziale minaccia alle sue libertà fondamentali.
Si tratta del tema filosofico delle contrastanti possibilità di impiego di quanto la scienza e la tecnica ci rendono via via disponibile e a un tale dilemma sarebbe ingenuo pensare di poter contrapporre una formula univoca e precisa; tuttavia, proprio per la costruttività del dibattito, si ritiene utile richiamare alcuni precisi dati di fatto che possono servire a maturare elementi di giudizio.
A. Toynbee in "Change and Habit" dimostra come lo sviluppo scientifico e tecnologico dell'umanità costituisca un processo in continua tumultuosa accelerazione; parallelamente gli esperti valutano che il volume di informazioni "gestito" dalle società occidentali aumenti a velocità crescente dai primi decenni del secolo e sia ormai destinato a raddoppiare ogni 5-6 anni (fig. 11).
I due fatti devono essere tra loro correlati e in realtà concorrono a individuare, al di là di ogni dubbio, il ruolo focale che la capacità di trattamento delle informazioni esprimibile nel suo complesso da una società, ha avuto nel passato, ha oggi e sempre più avrà nel futuro con riferimento alle possibilità di sviluppo della stessa società.
Nel suo "Future Shock", A. Toffler esprime la preoccupazione che il mondo stia cambiando con tanta rapidità da rendere impossibile il seguirlo; in realtà, il processo di sviluppo continuerà ad accelerare fino a che una quota "significativa" dell'umanità si manterrà in grado di controllarlo e, quando una tale condizione venisse meno, automaticamente perderebbe di velocità sino al limite a fermarsi.
Ancora, già oggi nelle società industriali si sta verificando, almeno per quanto riguarda la popolazione, il fenomeno della "crescita zero" e, nelle stesse società sono in atto da tempo notevoli pressioni rivolte a ridurre il tempo dedicato alle attività lavorative; ambedue queste tendenze conducono a considerare l'incremento della produttività come l'unico possibile mezzo di sviluppo economico; il che significa più automazione e più informatizzazione.
Del resto, nonostante l'"etica del lavoro" sia stata uno dei fattori storici determinanti dello sviluppo dell'occidente, dal feudalesimo alla attuale economia industriale, oggi la società dei consumi di massa tende a non riconoscere più valore oggettivo a un tale principio e anche questo atteggiamento è insieme causa ed effetto dell'aumento di produttività richiesto alla automazione e all'informatica.
Infine una osservazione volta a mettere in evidenza come spesso si tenda ad addebitare al progresso tecnologico una pericolosità potenziale che, in realtà, dovrebbe essere più correttamente attribuita al suo non ancora adeguato livello di sviluppo.

ACCELERAZIONE TECNOLOGICA

Tecnologia	Età indicativa
della pietra	1 milione di anni
agricola	9.000 anni
dell'acqua	2.000 anni
elettrica	150 anni
del petrolio	60 anni
informatica	30 anni

VOLUME DI INFORMAZIONI

Raddoppia ogni 5-6 anni

Fig. 11 - Il processo di sviluppo delle società industriali.

Ci si riferisce alla costruzione di banche di dati socioeconomici che nell'ottica di reti di sistemi distribuiti accessibili da terminali, al limite domestici, non potrebbero garantire la riservatezza delle informazioni in esse contenute.
In realtà, in una prospettiva di sviluppo generalizzato proprio di questa filosofia sistemistica, è tecnologicamente ipotizzabile che ciascun cittadino sia depositario di una sua personale base di dati contenente le informazioni che lo riguardano e sia lui stesso l'unico arbitro autorizzato a concedere o meno diritti di accesso per consultazione.
Questa soluzione ribalterebbe il rapporto tradizionale che collega il cittadino all'Amministrazione a tutto favore del primo in quanto gli metterebbe a disposizione un formidabile strumento di difesa della sua sfera privata contro eventuali intrusioni di tipo illegale.
Sarebbe singolare che una simile prospettiva si realizzasse proprio alla fine degli anni '80 nel periodo in cui Orwell preconizzava l'avvento angoscioso del regime del Grande Fratello.

7. Bibliografia

Le caratteristiche dei temi affrontati nell'articolo suggeriscono di fornire, anziché un lungo e necessariamente incompleto elenco di riferimenti bibliografici, una selezione ragionata di contributi che, limitatamente agli argomenti principali, consentano in prima istanza di soddisfare le esigenze del lettore desideroso di approfondimenti ed eventualmente, in seconda istanza, di fornirgli ulteriori rimandi.

Prospettive applicative della informatica

Una panoramica generale sulle prospettive applicative dell'informatica nei prossimi anni, si può trovare in:
T.A. DOLOTTA, M.I. BERNSTEIN, R.S. DICKSON, JR., N.A. FRANCE, B.A. ROSENBLATT, D.M. SMITH, T.B. STEEL JR., - *Data Processing in 1980-1985* - John Wiley & Sons Inc., New York, 1976.
In quest'opera è interessante l'angolazione utente con cui è condotta l'analisi anche se l'ottica è volutamente limitata alle prospettive future di impiego dei sistemi di elaborazione di medio-grandi dimensioni su

cui è particolarmente competente l'associazione (SHARE) nel cui ambito la ricerca si è svolta.

Sistemi distribuiti

Si tratta di un argomento di grande attualità che è stato anche oggetto di una delle 3 sessioni del Congresso AICA (Associazione Italiana Calcolo Automatico) 1977 tenutosi a Pisa dal 12 al 14 Ottobre scorso. Agli atti di tale Congresso si rinvia per una bibliografia più estesa; ci si limita qui a citare un certo numero di contributi che, nel loro insieme, sono in grado di fornire una visione organica degli aspetti principali di questa nuova concezione sistemistica:

GEORGE A. ANDERSON, E. DOUGLAS JENSEN - *Computer interconnected structures: taxonomy characteristics and examples* - ACM Computing Surveys, December 1975.

KARL DREXHAGE, PATRICIA WHITING - O'KEEFE - *The promise of distributed processing* - Stanford Research Institute, December 1976.

MIKE CANEPA - *Scopi di una architettura di sistemi distribuiti e suo impiego applicativo* - Atti Congresso AICA 1977, Ottobre 1977, Vol. 1.

GERARD LE LANN - *Distributed Systems: toward a formal approach* - Information Processing 77, Proceedings of IFIP Congress, Toronto, August 8-12, 1977, Elsevier/North Holland P.C., Inc. New York, 1977

Sistema Integrato

a) Sul tema dell'automazione dell'ufficio, interessanti relazioni sono state presentate nella 39a Conferenza del Diebold Research Program Europe, tenutasi a Londra dal 20 al 22 Settembre scorso e i cui atti saranno resi disponibili antro la fine dell'anno.

Sono in particolare da segnalare i due seguenti contributi:

JOHN C. GILBERT - *Computer based office support systems: electronic mail.*

L'autore è responsabile del sistema informativo dell'US Army Material Development and Readiness Command e riferisce sulle esperienze di impiego di un sistema di posta elettronica operativo nell'ambito della sua organizzazione.

JACK M. NILES - *Strategies in moving towards the office of the future.*

La relazione affronta il tema della convergenza delle tecnologie informatiche e di telecomunicazione come presupposto alla estensione del sistema integrato, estensione potenzialmente in grado di costituire una alternativa al trasporto di persone e alla concentrazione delle sedi di lavoro.

Riporta inoltre i risultati di interessanti analisi di costo effettuate mettendo a confronto situazioni di lavoro di ufficio a diverso livello di informatizzazione. Una tabella riepilogativa tratta da questa comunicazione è d'altra parte riportata nella Fig. 5 dell'articolo.

Una realizzazione sperimentale molto avanzata nell'area dell'automazione di ufficio e della posta elettronica si trova descritta anche in:

ROBERT B. WHITE - *A prototype of the automated office* - Datamation, April 1977

L'autore illustra l'esperimento in corso presso la Citybank volto a fornire a tutti i dirigenti dell'istituto gli strumenti per un ufficio "senza carta". Nello stesso numero di Datamation è anche interessante l'articolo:

J. CHRISTOFER BURNS - *The evolution of Office Information Systems*

b) Sul contributo determinante che le tecnologie di visualizzazione stanno fornendo alla realizzazione del sistema integrato nelle sue varie aree applicative, si veda:

CARL MACHOVER, MICHAEL NEIGHBORS, CHARLES STUART - *Graphics display* - IEEE Spectrum, August 1977

Più in generale, sulle potenzialità applicative dei progressi tecnologici nell'area del sistema integrato, si possono anche esaminare gli atti della Strategy Conference 1977 tenutasi a Venezia il 2 e 3 Giugno 1977 a cura della Maptek Europe (programma di previsione tecnologica della Quantum Science Corporation, 16 Charles Street, London SW1Y 4AE, England).

Società informatica

a) Sulla concretezza di una tale prospettiva ci si può riferire al piano giapponese citato nel successivo articolo di M. Speranza.

A questo riguardo va anzi aggiunto che, secondo quanto riportato da Computer Weekly (N° 571, October 13, 1977) in Giappone si stanno già conducendo oggi esperimenti significativi sulla informatica nelle case.

Circa 300 abitazioni di una città di recente costituzione sono state equipaggiate con apparecchiature informatiche per applicazioni CAI (Computer Assisted Instruction), posta elettronica, controllo dei sistemi di allarme domestici, acquisti tramite terminale, etc.; il tutto nell'ambito del piano del Japanese Computer Usage Development Institute volto a creare le premesse di una società informatica per il 1985.

b) Per quanto più precisamente concerne il tema dell'elaboratore "domestico" o "personale" e delle sue potenzialità di impiego nelle più diverse aree applicative indipendentemente da una precedente competenza informatica, si veda:

ALAN KEY - *Microelectronics and the personal computer* - Scientific American, September 1977

Sullo stesso argomento è inoltre stimolante sfogliare un qualsiasi numero di "Personal Computing" rivista trimestrale edita in USA (167 Corey road, Brookline, Mass. 02146) che si propone l'obiettivo di diffondere l'uso dell'informatica per applicazioni individuali e domestiche secondo la formula del "do it yourself" e indipendentemente dalla formazione professionale dell'utente.

L'elaboratore nell'istruzione

Una raccolta sufficientemente aggiornata di contributi sulle esperienze in corso e sulla evoluzione della metodologia di interazione nel processo di apprendimento la si può trovare in:

O. LECARME, R. LEWIS, editors - *Computer in Education* - Proceedings of 2nd IFIP World Conference, Elsevier/North Holland P.C. Inc., New York, 1975

Nell'ambito del Congresso IFIP 77 va citato il seguente contributo:

J. HEBENSTREIT - *New trends and related problems in computer-based Education* - che è riportato nei "Proceedings" del Congresso precedentemente citati nella Sezione "Sistemi distribuiti".

L'evoluzione dell'informatica: aspetti economici (*)

MARIO SPERANZA
Honeywell Information Systems Italia

1. Lo stato della domanda di informatica

1.1 *Premessa*

Il concetto di informatica è lungi dall'essere univocamente definito.

La continua evoluzione tecnologica e applicativa che caratterizza il settore tende infatti, sempre più, ad allargare ma anche a sfumare il campo di applicazione dell'informatica.

Alcuni distinguono tra "alta informatica", "informatica distribuita", "mini informatica". Altri parlano di "perinformatica" contrapposta ad una "informatica centralizzata".

Altri ancora, infine, generalizzano ulteriormente la definizione riferendola ad ogni attività industriale diretta a produrre beni che, in qualche modo, siano strumentali per il trattamento e la distribuzione di qualunque tipo di informazione (in questa accezione, ad esempio, anche il settore delle fotocopiatrici rientrerebbe nel settore dell'informatica).

Il problema e le confusioni nascono nell'intrecciare definizioni che poggiano prevalentemente sugli aspetti tecnici dei prodotti, con altre che invece fanno prevalente riferimento alle modalità applicative, e cioè all'uso concreto dei prodotti stessi.

A prescindere comunque da queste interazioni concettuali, resta indubbiamente una non trascurabile difficoltà a formulare una definizione anche solo tecnicamente accettabile, dato che lo sviluppo della tecnologia comporta una continua trasformazione delle caratteristiche e delle funzionalità dei prodotti.

Per esemplificare questo concetto ci si può in particolare riferire ai minicomputers che, sino a qualche anno fa, si caratterizzavano per essere dedicati, per essere cioè specializzati a determinate e limitate funzioni o applicazioni.

Gli elaboratori "general purpose", di contro, si caratterizzavano, come ancora oggi si caratterizzano, per essere concepiti in funzione di applicazioni gestionali generalizzate.

Oggi, il processo di microminiaturizzazione tende invece ad unificare, per effetto dell'integrazione circuitale su larga scala e almeno con riferimento al hardware, sia i minicomputers che gli elaboratori "general purpose" nella prospettiva del microelaboratore o del "cluster" di micro elaboratori.

Gli elaboratori "general purpose", con potenzialità di applicazioni generalizzate, saranno nella sostanza costituiti da un insieme di microelaboratori organizzati a sistema attraverso il disegno architettuale e il software.

Su questa linea evolutiva, già oggi decisamente in atto, l'elaboratore "general purpose" tenderà ad articolarsi sul piano sistemistico su diverse unità di calcolo parallele e decentrate (in senso funzionale e non territoriale), cioè su elementi specifici del sistema dedicati a particolari funzioni o applicazioni.

La prospettiva tecnologica tende cioè a rendere artificiosa la distinzione tra minielaboratore, terminale, sistema "general purpose".

L'elemento costituitivo fondamentale sarà invece per tutti il microelaboratore che:

— In quanto organizzato a sistema dal progetto architetturale e dal software costituirà il "general purpose".

— In quanto tale, e cioè di per se stesso, con la dotazione di un software specializzato a determinate funzioni sarà il minicomputer o il terminale.

Questa premessa sembra necessaria sia per una migliore puntualizzazione dei dati che verranno proposti nel seguito di questo paragrafo, sia per un migliore inquadramento delle prospettive evolutive della domanda, che verranno invece affrontate nel successivo paragrafo.

Sul primo aspetto si precisa che le analisi quantitative proposte riguardano essenzialmente se non esclusiva-

(*) Presentato al "IIº Convegno di aggiornamento sull'informatica per i giornalisti scientifici italiani", St. Vincent, 23 Settembre 1977.

(v. Resoconti e recensioni, pag. 50)

mente la situazione della domanda riguardante gli elaboratori "general purpose" dato che questa componente (nella definizione in precedenza enunciata) rappresenta ancora un incidenza soverchiante rispetto a quelle costituite dai minicomputer e dai terminali.
Ove possibile, e cioè dove le fonti di informazione lo consentono, forniremo anche qualche elemento quantitativo a proposito di queste due ultime componenti.
Prima di entrare nel merito dell'analisi sembra comunque importante ribadire la rilevanza di un problema ormai antico: lo scarto enorme di informazione statistica sul settore dell'informatica che caratterizza la situazione italiana in rapporto a quella degli altri paesi industrializzati.
In un convegno di giornalisti questo problema non può che essere riproposto insieme con l'auspicio che la stampa, con la capacità di pressione che le è propria, possa fornire un deciso contributo al radicale cambiamento della situazione.
Un cambiamento su questo problema sarebbe addirittura indispensabile nella misura in cui anche in Italia si parla oggi di programmazione per il settore dell'elettronica e di piano nazionale dell'informatica.
L'esperienza di tutti i paesi che hanno definito programmi di intervento nel settore, conferma l'esigenza inelimitabile di poter disporre di una base informativa di natura statistica estesa ed approfondita.
A questo proposito vorremmo solo ricordare che in Giappone, già con la legge del 1958, diretta ad impostare le linee generali e provvisorie del piano nazionale per l'informatica, venivano costituiti due enti con l'obiettivo, tra gli altri, di promuovere l'industria nazionale attraverso la sistematica conoscenza e previsione della relativa domanda.
Questo esempio riconferma, se ce ne fosse ancora bisogno, che parlare di programmazione senza la conoscenza approfondita e sistematica dei fenomeni da controllare con il programma stesso non può che tradursi nel più completo velleitarismo.

1.2 *Il quadro internazionale*

I dati che verranno esposti nel seguito devono essere assunti con un minimo di prudenza specie in termini di confronto, data l'eterogeneità delle fonti e delle metodologie di rilevazione.
Le comparazioni internazionali dovrebbero risultare comunque molto utili se non altro in termini indicativi, e cioè come ordine di grandezza delle relative situazioni di maturità o di arretratezza.
Le fonti utilizzate sono quelle disponibili presso i vari paesi; per quanto riguarda in particolare l'Italia si sono utilizzati i dati che derivano dalle analisi e dalle ricerche condotte dal Servizio Studi della Honeywell Information Systems Italia.
Entrando nel merito dell'analisi si può sul piano generale precisare che anche nel 1976 l'evoluzione mondiale della domanda di informatica ha continuato ad esprimere una tendenza espansiva molto accentuata, del tutto conforme ai caratteri strutturali della stessa domanda, quali risultano rilevabili nella retrospettiva di medio termine.
L'esame particolareggiato di questa evoluzione può iniziare dal mercato più esteso ed evoluto quale quello americano.
Il parco elaboratori "general purpose" negli Stati Uniti ha nel 1976 espresso un incremento in valore del 12% circa, contro una crescita di poco superiore all'11% relativa al 1975 (Tabella 1).

TABELLA 1
VALORE DEL PARCO INSTALLATO NEGLI STATI UNITI (Miliardi di $)

Anno	Parco	Incr. %
1971	23.3	–
1972	24.7	6.0
1973	27.3	10.5
1974	30.2	10.6
1975	33.6	11.3
1976	37.6	11.9

Media 1971-1976 = 10.0%
Fonte: EDP Industry Report

La dimensione quantitativa del parco, secondo le stime riguardanti appunto la fine dell'anno 1976, si articola in oltre 60.000 elaboratori "general purpose", e in un valore dello stesso parco superiore ai 37 miliardi di dollari.
L'evoluzione congiunturale relativa al 1976 mostra una precisa accentuazione rispetto alla dinamica retrospettiva di medio termine che, per il quinquennio 1971-76, ha registrato un tasso medio annuo di incremento in valore del 10% circa. Nell'arco di questo periodo si è registrato un solo rallentamento congiunturale nel 1972, quando il tasso di sviluppo è risultato pari soltanto al 6%.
L'accentuazione dinamica del 1976 trova ulteriore conferma nel dato riguardante la spesa annua degli utenti americani. Per chiarezza interpretativa va precisato che questa spesa riguarda il canone di locazione per il parco locato, il prezzo di vendita per gli elaboratori acquistati nell'anno, la spesa per apparecchiature ausiliarie, per lo sviluppo di software applicativo, per l'acquisto di servizi esterni, esclusa la spesa riguardante il personale per la gestione.
Il dato relativo al 1976 riguarda circa 21 miliardi di dollari con un incremento superiore al 17% rispetto al 1975 (Tabella 2).

TABELLA 2
SPESA UTENTI EDP IN USA (Milioni di $)

Anno	Spesa	Incr. %
1974	15.306	–
1975	17.915	17.0
1976	20.995	17.2
1977 (stima)	24.960	18.9

Fonte: EDP Industry Report

L'evoluzione generale della spesa dell'utenza americana sottintende punte di particolare rilievo (quindi con tassi

di incremento nettamente superiori al 17% medio generale) nei confronti delle apparecchiature di trasmissione dati (terminali) e nell'acquisto di programmi applicativi.
Quanto alle manifestazioni settoriali della domanda, si può rilevare, in termini di crescita del parco installato, che, contro la media generale già richiamata pari al 12% circa, hanno espresso dinamiche di particolare rilievo i settori del Governo federale e locale (+ 19%), della sanità (+ 13,4%), del commercio (+ 13,5%).
Quanto ai minicomputer il parco installato a fine 1976 ammonta a 176.000 sistemi per un valore che sfiora i 4 miliardi di dollari; sembra rilevante osservare come la dimensione in valore di questo specifico parco rappresenti soltanto il 10% del parco "general purpose", pur se la sua dinamica annuale di sviluppo risulta decisamente più elevata.
Per chiarezza metodologica vale inoltre la pena di precisare che in questa sede per minicomputer si intendono quegli elaboratori che, pur definibili quali "general purpose" sul piano sistemistico, vengono venduti come strumenti e non come soluzioni.
Quanto alla dimensione attuale del parco terminali, che pure sul piano della dinamica retrospettiva ha registrato una tendenza espansiva particolarmente accentuata, la sua incidenza sul parco "general purpose" risulta ancora contenuta ed inferiore al 12% circa (4,5 miliardi di dollari per circa 400.000 terminali).
Anche nel resto dei mercati mondiali, l'evoluzione della domanda di informatica ha continuato, come già osservato in precedenza, ad esprimere tassi di crescita piuttosto consistenti.
In nessun paese dell'Europa occidentale il tasso di sviluppo del parco in valore è sceso al di sotto del 12% (Tabella 3).

TABELLA 3
STIMA PARCO ELABORATORI ELETTRONICI FUORI DAGLI STATI UNITI (Miliardi di $)

Paese	1975	1976	Incr. %
Europa occidentale	22.0	24.6	11.8
Giappone	7.0	8.2	16.9
Canada	2.2	2.4	9.1
Europa orientale	3.0	3.3	10.0
Altri	2.1	2.4	14.3
Totale	36.3	40.9	12.6

Fonte: Servizio Studi Honeywell Information Systems Italia

Su tali mercati, come su quello giapponese, è inoltre rilevabile quanto già osservato a proposito del mercato americano e cioè una precisa tendenza all'accentuazione nello sviluppo delle apparecchiature di trasmissioni dati, insieme con la diffusione sempre più estesa degli elaboratori gestionali di piccole dimensioni. Contemporaneamente, si è però consolidata la spinta allo sviluppo dei grandi elaboratori, la cui incidenza sul parco totale, in termini di valore, tende continuamente a dilatarsi.
Quest'ultima manifestazione della domanda si connette direttamente a quelli che sono i processi in atto nella evoluzione della tecnologia ed in particolare alla spinta verso reti complesse di elaboratori, che si traduce da un lato in una pressione verso la terminalizzazione e nella diffusione degli elaboratori satelliti di piccoli dimensioni, e dall'altro in una crescita dei grandi sistemi centrali per la gestione e il controllo delle reti.
Passando da una visione globale ad una qualificazione di maggior dettaglio si può proporre qualche considerazione più specifica.
In questa ottica esaminiamo anzitutto dimensione, dinamica e struttura del mercato giapponese.
Al marzo del 1976 (ultimi dati organici disponibili) il parco elaboratori giapponesi ammontava a oltre 35.000 sistemi per un valore di circa 8,2 miliardi di dollari (Tabella 4).
Ai fini di una comparazione relativa sembra però opportuno depurare questi dati dalla componente rappresentata dagli elaboratori molto piccoli con valore unitario inferiore ai 36.000 dollari (classe di elaboratori che, in altri paesi, vengono rilevati come minicomputers o come macchine elettrocontabili evolute). Al netto di questa componente il parco risultante è di oltre 17.000 sistemi per 7,7 miliardi di dollari in valore.
Sul piano dinamico il tasso medio di crescita relativo al quinquennio 1971-76 risulta superiore al 20% in termini di valore.
Tale dinamica evolutiva resta sostanzialmente stabile anche se vengono eliminati i sistemi molto piccoli, che pure hanno registrato un incremento medio annuo superiore al 50% in valore.
Data però l'incidenza percentuale molto contenuta di questa specifica componente, il valore globale depurato del tasso di crescita scende soltanto dal 20,4 al 19,6%.
Quanto infine alle modificazioni strutturali intervenute nel decennio 1966-76, va registrata una notevole variabilità del tasso di sviluppo a seconda della classe dimensionale dei sistemi: si passa infatti da un minimo del 20% per i sistemi medi, ad un massimo del 46% per quelli molto piccoli. Di particolare rilievo risulta pure l'evoluzione dei grandi sistemi che registra un tasso medio annuo di sviluppo in valore del 37% (Tabella 5).
La struttura del parco si è cioè polarizzata verso le classi estreme, quella dei grandi e quella dei sistemi molto piccoli.
Ancora un'osservazione sul mercato giapponese con riferimento alla domanda di minicomputer e terminali.
I dati confermano quanto osservato in precedenza e cioè il realizzarsi di un processo di diffusione molto accelerato che però, a tutt'oggi, incide ancora in termini sostanzialmente marginali rispetto alla domanda di elaboratori "general purpose".
Per quanto concerne il parco minicomputer la situazione si caratterizza per oltre 11.000 sistemi, con un valore di 422 milioni di dollari e con un incidenza in valore sul parco "general purpose" che sfiora il 6%.
L'analoga incidenza riguardante il parco terminali in valore, risulta leggermente inferiore al 12%.

TABELLA 4
GIAPPONE: PARCO ELABORATORI
GENERAL PURPOSE (Milioni di dollari)

Anno	Totale		Molto piccoli		Differenza	
	Numero	Valore	Numero	Valore	Numero	Valore
1971	9486	3208	2204	51	7278	3157
1972	12809	4090	4086	90	8723	4000
1973	17255	4939	7273	163	9982	4776
1974	23443	5767	11692	258	11751	5500
1975	30095	7007	15592	344	14503	6663
1976	35305	8190	17970	397	17335	7733
Incremento medio annuo &	30.1	20.6	52.1	50.7	19.0	19.6

TABELLA 5
GIAPPONE: STRUTTURA DEL PARCO IN VALORE
SECONDO LA DIMENSIONE DEI SISTEMI

Classe di valore (in migliaia di dollari)	Tasso medio annuo decennio 1966-1977	1966	1971	1976
> 900 grandi	36.9	33.0	53.9	59.0
144-900 medi	20.2	57.4	36.4	27.8
36-144 piccoli	29.5	8.1	8.2	8.3
< 36 molto piccoli	45.7	1.5	1.5	4.5
Totale	29.2	100.0	100.0	100.0

TABELLA 6
FRANCIA: PARCO ELABORATORI
GENERAL PURPOSE (in milioni di dollari)

Anno	Totale		Molto piccoli		Differenza	
	Numero	Valore	Numero	Valore	Numero	Valore
1970	6741	2358	763	12	5978	2343
1971	7978	2701	1180	24	6798	2677
1972	9002	3130	1577	32	7525	3098
1973	10748	3586	2758	56	7990	3530
1974	13052	4076	3924	80	9128	3996
1975	15660	4538	6042	122	9618	4416
Incremento medio annuo %	18.4	14.0	51.3	59.0	10.0	13.5

TABELLA 7
FRANCIA: STRUTTURA DEL PARCO GENERAL
PURPOSE SECONDO LA DIMENSIONE DEI SISTEMI

Classe di valore (in migliaia di dollari)	Tasso medio annuo 1965-1975	1965	1970	1975
Grandi > 1414	25.4	25.4	26.4	44.9
Medi 323-1414	10.3	64.3	49.3	31.6
Piccoli 51-323	26.9	10.3	23.7	20.8
Molto piccoli 10-51	61.5	0.1	0.6	2.7
Totale	18.4	100.0	100.0	100.0

Passando dal mercato giapponese a quello francese, i dati di prima approssimazione riguardanti il 1976 individuano un parco di oltre 19.000 sistemi per un valore di oltre 5 miliardi di dollari.
In termini congiunturali, la crescita tra il 1975 e il 1976 ha registrato un tasso superiore al 12% in valore e al 22% in numero.
La divergenza tra evoluzione numerica e di valore, deriva dalla crescita particolarmente accentuata degli elaboratori della classe molto piccola, che hanno segnato una progressione del 49% sia sul piano numerico che su quello del valore.
Depurando il dato globale da questo specifico contributo, ne risulta una dinamica compresa tra l'11 e il 12% ancora in numero e in valore.
In termini strutturali, si può ragionare sul quinquennio 1970-75: per tale arco di tempo il tasso medio annuo di sviluppo in valore risulta infatti pari globalmente al 14% e al 13,5% al netto dei sistemi molto piccoli (Tabella 6).
Quanto alla dimensione del parco francese terminali, questo è stimabile a circa 300 milioni di dollari in valore con un'incidenza del 7% circa sul parco "general purpose".
L'analisi strutturale condotta per il decennio 1965-75 conferma ancora una volta la tendenza alla polarizzazione verso sistemi molto piccoli da un lato e molto grandi dall'altro.
Nel richiamato decennio, il peso percentuale dei primi sul totale del parco è passato da un valore trascurabile al 3% circa; contemporaneamente il peso dei grandi sistemi è salito dal 25% al 45% (Tabella 7).
Un ultimo sintetico cenno alla situazione della Germania occidentale. A fine 1976 il parco elaboratori "general purpose" sfiorava i 15.000 sistemi (esclusi quelli molto piccoli) per un valore di circa 9 miliardi di dollari (Tabella 8).

TABELLA 8
GERMANIA OCCIDENTALE
PARCO ELABORATORI GENERAL PURPOSE

Anno	Valori (milioni di $)	Incr. %
1971	3623	–
1972	4149	14.5
1973	4763	14.8
1974	6002	26.0
1975	7064	17.8
1976	8938	26.5

Il tasso di crescita del parco risulta superiore al 26% dal 1975 al 1976 e al 20% per l'intero quinquennio 1971-76.
Sempre al 31.12.76 il parco minielaboratori, superiore ai 12.000 sistemi, incideva per il 10% sul parco "general purpose".
La componente terminali è stimabile in 1,1 miliardi di dollari e rappresenta quindi circa il 12% del valore del parco "general purpose".

1.3 *La situazione italiana*
Nel 1976 la domanda italiana di elaboratori elettronici ha continuato ad esprimere la tendenza nettamente positiva già rilevata negli anni passati.
In particolare, il tasso di sviluppo del parco, rispetto al 1975, è risultato pari al 18% in valore ed al 14% in numero di sistemi.
Queste risultanze esprimono dunque una ulteriore accelerazione rispetto alla già positiva dinamica del 1975, quando la crescita risultò pari al 10% in numero di sistemi e a meno del 17% in valore.
La maggiore accelerazione, tra il 1975 e il 1976, del dato numerico rispetto a quello in valore deriva essenzialmente dal miglioramento intervenuto nella situazione economica, migioramento che ha comportato una maggiore spinta all'investimento in informatica da parte delle piccole imprese.
In termini assoluti, a fine 1976 il parco italiano "general purpose" ammontava a circa 7.000 sistemi per un valore di 2.400 miliardi di lire (equivalente approssimativamente a 2,7 miliardi di dollari (Tabella 9).

TABELLA 9
PARCO ITALIANO DI ELABORATORI ELETTRONICI

Anno	Sistemi	Valore (miliardi)
1971	3700	1010
1975	6200	2005
1976	7050	2366

L'evoluzione di medio periodo, e cioè il tasso medio annuo di crescita del parco per il quinquennio 1971-76, risulta pari al 19% circa il valore ed al 14% in numero di sistemi.
Su questi dati di riferimento si può osservare che il tasso di crescita in valore del parco italiano risulta inferiore a quello tedesco, equivalente a quello giapponese, leggermente superiore a quello francese (sempre nel medio periodo).

TABELLA 10
STRUTTURA DEL PARCO ELABORATORI ELETTRONICI PER AREA TERRITORIALE

Area territoriale	Distr. % N. sist.
Piemonte	10.5
Lombardia	32.5
Liguria	3.4
Tre Venezie	11.3
Emilia	8.2
Toscana - Umbria	8.2
Marche - Abruzzi - Molise	2.3
Lazio	11.7
Puglia - Basilicata	2.3
Campania - Calabria	4.2
Sicilia	3.1
Sardegna	1.4
Italia	100.0

La situazione attuale italiana resta però molto lontana da quella propria di questi paesi.
Utilizzando i dati in valore sin qui esposti, emerge infatti che il parco italiano equivale al 30% di quello tedesco (nel 1971 era il 31%), al 33% di quello giapponese (nel 1971 era il 36%), al 53% di quello francese (nel 1971 era il 42%).
Nel quinquennio in esame, le distanze si sono accorciate soltanto nei confronti della Francia, mentre la situazione resta sostanzialmente ferma in rapporto agli altri due paesi considerati.
Tornando alla specifica situazione italiana, vale la pena di considerare molto sommariamente qualche aspetto strutturale (Tabelle 10 e 11).

TABELLA 11
STRUTTURA DEL PARCO ELABORATORI ELETTRONICI PER SETTORE ECONOMICO (Dati percentuali)

Settore economico	No. Sistemi	Valore
Industria	48.9	39.9
Commercio e Servizi	26.4	15.4
Finanza	9.4	21.3
Assicurazioni	1.5	3.4
Pubblica Amministr., Assistenza, Previdenza	3.8	11.9
Enti locali	5.1	3.4
Sanità e Istruzione	4.9	4.7
Totale	100.0	100.0

Sul piano territoriale, va sottolineata la posizione di particolare rilievo della Lombardia, che assorbe il 33% dei sistemi in parco.
Le due regioni che, in termini di peso relativo, seguono la Lombardia, e cioè il Piemonte e il Lazio, esprimono un'incidenza che si aggira soltanto sull'11%.
Quanto alla struttura settoriale si deve rilevare il peso temporalmente crescente, in numero di sistemi, dei settori dell'industria e del commercio che insieme assobrono circa i 3/4 dei sistemi installati in Italia.
Il fatto è che le nuove utenze EDP tendono, come è naturale, a concentrarsi proprio in questi due segmenti del mercato in quanto caratterizzati dai più ampi margini di potenzialità di assorbimento.
Se si considera invece la distribuzione in valore, allora la frazione assorbita dai settori dell'industria e del commercio scende al 55% circa, mentre assumono un rilievo particolare, in termini di peso relativo, i settori delle banche e della Pubblica Amministrazione (rispettivamente 21,3 e 11,9% del parco totale).
Questa situazione di fatto deriva essenzialmente dalle caratteristiche della struttura industriale italiana, dove l'incidenza della piccola impresa è nettamente più rilevante che negli altri paesi industrializzati; è anche certo però che la situazione rispecchia ancora una volta la non adeguata diffusione dell'informatica nel contesto economico e industriale italiano.
Non è un caso che proprio i settori più maturi, quelli del credito e delle assicurazioni, abbiano espresso nel quinquennio 1971-76 tassi di crescita in valore più elevati della media generale del parco (20% circa, contro il già citato 19% medio).
In prospettiva anche i settori dell'industria e del commercio dovrebbero perciò manifestare una accelerazione particolare verso i grandi sistemi.

2. Le prospettive del mercato

Secondo un approccio classico le prospettive della domanda di un determinato prodotto possono essere qualificate attraverso metodologie dirette ad estrapolare nel futuro le tendenze storiche rilevate per il pàssato, o, il che è sostanzialmente lo stesso, proiettando nel tempo parametri che risultino correlati con il livello della domanda in esame, secondo i coefficienti rilevati per il passato.
Già l'utilizzazione di un approccio di questo tipo porta a prevedere, almeno per il prossimo quinquennio, tassi di sviluppo della domanda di informatica particolarmente elevati e comunque tra i più consistenti rispetto alla generalità dei settori economici.
In aggiunta, va rilevato che le prospettive di mercato per l'informatica devono essere considerate tenendo conto che in questo settore, come peraltro in tutti quelli a tecnologia avanzata, le trasformazioni tecnologiche tendono a modificare drasticamente le condizioni di svolgimento della domanda, sollecitando aree applicative del tutto nuove e alterando i rapporti di convenienza nell'uso dei prodotti informatici rispetto a quelli di natura più tradizionale o, comunque, legati a tecnologie più mature.
Questa tendenza alla diffusione in campi sempre più estesi e nuovi si realizza per il convergente operare di più fattori: la tecnologia in senso stretto, che consente un'offerta sempre più efficace in termini di costo/prestazioni; lo sviluppo del software applicativo, che permette l'offerta di realizzazioni pre-confezionate; l'evoluzione sistemistica verso sistemi o reti di sistemi interattivi che tendono a computerizzare il lavoro umano in termini di sostanziale continuità con le procedure operative di tipo tradizionale.
Su questo quadro di prospettiva tecnologica l'informatica dovrebbe investire sempre più la globalità dei processi gestionali, industriali e amministrativi ed estendersi a tutti i tipi di informazione che fluiscono in un sistema organizzativo, sostituendo i sistemi incompatibili ed attualmente isolati dedicati al trattamento della voce, delle immagini, dei testi.
Vale la pena di fornire un riferimento quantitativo, sia pure con caratteristiche di latenza, per meglio qualificare l'entità di queste implicazioni.
A questo proposito ci si può riferire ai risultati di una recente indagine Diebold sulla struttura della spesa amministrativa del mercato americano.
Tale spesa risulterebbe così caratterizzata: 6% costo elaborazione dati; 10% costo elaborazione amministrativa (macchine per scrivere, per riprodurre, archiviare, trasferire informazioni); 84% costo del lavoro di ufficio.
L'entità della spesa, in valori assoluti, sarebbe dell'ordine di 400-500 miliardi di dollari.
Pur trattandosi di ordini di grandezza indicativi (sia per le percentuali che per i valori assoluti), risulta co-

munque evidente quale sia l'area di potenziale sviluppo dell'informatica e dell'automazione per migliorare l'efficienza di una società industriale avanzata.
Il problema assume rilievi più precisi se si tiene conto del fatto che sino ad oggi la voce "lavoro di ufficio" è quella che ha espresso la tendenza espansiva più accentuata, in America come negli altri paesi industrializzati.
La razionalizzazione di questa enorme area di spesa, attuata anche in termini marginali, dovrebbe incidere in modo significativo sulla economia globale delle attività industriali.
Ma, pur prescindendo da queste prospettive di sviluppo, che risultano peraltro già parzialmente in atto, restano alcune tendenze molto precise e ormai radicate nel settore:
— Riduzione dei costi hardware.
— Microminiaturizzazione e conseguente qualificazione sul piano sistemistico dell'elaboratore come insieme appunto di microcomputer organizzati a sistema attraverso il software.
— Conseguente possibilità di non dover ottimizzare la produzione di software, sia di base che applicativo, e quindi sostanziale rimozione di quella che ancora rappresenta una limitazione allo sviluppo dell'informatica.
— Tendenza alla specializzazione dell'elaboratore "general purpose", o meglio di parte di esso, verso problematiche applicative specifiche.
— Sviluppo sempre più esteso dell'approccio interattivo a tutti i livelli di organizzazione informatica.
— Reti di elaboratori, terminali, minicomputer per grandi utenti o gruppi di utenti o sistemi informativi di natura sociale.
Questa che abbiamo brevemente analizzato rappresenta la prospettiva qualitativa del mercato dell'informatica.
Resta il problema di tradurre questa specifica prospettiva in termini quantitativi.
L'esperienza storica del settore conferma quanto la realtà sia andata oltre anche la più ottimistica delle previsioni.
Non è un caso che sulla base di queste considerazioni la Comunità Economica Europea abbia qualificato, nel suo più recente studio dedicato al settore, nei seguenti termini il problema dell'informatica:
— Il carattere e le possibilità di sviluppo delle società moderne dipendono in larga misura dalla loro capacità di utilizzare adeguatamente le tecnologie informatiche.
— L'industria dell'informatica deve essere giudicata di natura fondamentale, allo stesso livello delle fonti di energia e della siderurgica.
L'insieme delle considerazioni sin qui proposte implica che le previsioni quantitative riportate nel seguito devono essere assunte quali termini minimi di riferimento, in quanto investono solo parzialmente le problematiche applicative di natura innovativa.
Utilizzando per quanto possibile le previsioni ufficiali disponibili risulta il seguente quadro rpospettico:
— Stati Uniti - Le previsione riguarda il quinquennio 1976-81:
• Tasso medio annuo di sviluppo in valore del parco superiore al 10%.
• Sviluppo medio annuo della spesa dell'utenza compresa tra il 12 e il 14%.
• Sviluppo della spesa per comunicazioni nell'ambito EDP superiore al 18%.
• Dinamica superiore alla media nell'area della Pubblica Amministrazione, e cioè dei sistemi informativi sociali, delle strutture di trasporto e di distribuzione.
— Giappone - La previsione riguarda il decennio 1975-85:
• Crescita media annua in valore del parco superiore al 13%.
• Crescita media annua del parco terminali pari al 23%.
• Incremento medio annuo dell'occupazione per il settore superiore al 11%.
• Dinamica superiore alla media per i sistemi sociali, in particolare nell'ambito della sanità, dei servizi quali trasporti e le comunicazioni.
— Europa occidentale - Le previsioni riguardano il quinquennio 1976-81:
• Tasso medio annuo di sviluppo del parco del 15% circa.
• Una dinamica più veloce, sempre in termini di crescita media annua per quanto riguarda la Francia (16%).
• Articolazione del tasso medio annuo di sviluppo in relazione alla classe dei sistemi che prevede una crescita particolarmente accentuata dei grandi sistemi, seguiti nell'ordine dai piccoli e dai medi.
• Anche le previsioni settoriali confermano le tendenze prospettiche enunciate per il mercato giapponese e per quello americano: sviluppo particolarmente intenso dei sistemi informativi di natura sociale o legati alle infrastrutture di distribuzione e di trasporto.
— Non risultano disponibili previsioni ufficiali o ufficiose per i mercati meno maturi. Anche a tale proposito l'esperienza storica conferma che nei mercati arretrati, una volta che venga superata la soglia minima di diffusione dell'informatica, i tassi annui di sviluppo si collocano su livelli estremamente elevati (25-30%), almeno per un decennio.
Tale caratteristica dovrebbe riguardare gran parte dei paesi dell'Est europeo, qualche paese dell'occidente (come la Spagna), molti paesi del Sua America (come il Brasile).
— Italia
La situazione italiana si colloca in termini intermedi tra quella dei paesi ad alto sviluppo dell'informatica e quelli in fase di decollo.
Le prospettive quantitative risultano pertanto ancora più consistenti di quelle che caratterizzano il mercato dell'economia occidentale.
Con riferimento ai soli settori classici dell'industria e del commercio, si può infatti proporre una stima di circa 60.000 unità riguardante il potenziale aggiuntivo di imprese meccanizzabili.
Restano inoltre aperte (anche se ovviamente condizionate dalla capacità politica di produrre spinte razionalizzanti) le rilevanti possibilità di assorbimento del settore pubblico in particolare, e più in generale dei sistemi organizzati di natura sociale.

Per quanto riguarda infine i settori a più elevata maturità, quali ad esempio le banche e le assicurazioni, nel prossimo quinquennio dovrebbe comunque registrarsi, se non ulteriormente svilupparsi, una dinamica di crescita particolarmente accentuata, come conseguenza di due ordini di cause: la diffusione generalizzata del tempo reale e l'orientamento verso modelli di informatica distribuita.
Naturalmente, queste linee generali di tendenza potranno incontrare fattori di stimolo o di freno relativo in funzione della più generale evoluzione economica.
In nessun altro caso, peraltro, la domanda di informatica dovrebbe manifestare segni di sostanziale rallentamento.
In relazione a questi ed a altri eventuali condizionamenti, la nostra stima è per un tasso medio di crescita del parco, per il prossimo quinquennio, compreso tra un minimo del 17 e un massimo del 21%.

3. Le politiche pubbliche nel settore

Il ruolo dell'informatica come fattore essenziale di razionalizzazione e di sviluppo e come elemento qualificante della struttura industriale, ha condotto i principali paesi industrializzati ad avviare politiche di promozione e di sviluppo del settore.
Tale processo, avviato fino dagli anni '60, ha assunto una notevole rilevanza nell'ultimo decennio, manifestandosi in forma articolata in relazione ai diversi contesti istituzionali.
Queste politiche sono state inquadrate in specifici programmi settoriali (Francia e Germania) o, comunque, coordinate da appositi enti o agenzie (Giappone e Gran Bretagna).
Dal lato dell'offerta, il sostegno si è manifestato nelle seguenti forme:
— Incentivi fiscali e finanziari ad operazioni di concentrazione e ristrutturazione, per permettere all'industria nazionale di raggiungere dimensioni concorrenziali a livello internazionale.
— Interventi finanziari diretti per favorire lo sviluppo delle società nazionali o indiretti come la creazione di società di leasing.
— Sostegno alla ricerca e a programmi di sviluppo dei prodotti con sovvenzioni a fondo perduto o rimborsabili solo in caso di successo tecnico-commerciale.
— Promozione e sostegno di programmi di formazione.
Nel contempo sono state sviluppate, dal lato della domanda, azioni di programmazione e di sostegno della domanda pubblica e di incentivazione della domanda privata in modo da privilegiare le società nazionali.
1) La Germania, con un investimento complessivo dal 1967 al 1975 di 2.610 milioni di D.M. (oltre 900 miliardi di lire), si qualifica come il paese che ha operato lo sforzo più massiccio nel settore.
Per il periodo 1976-79 sono stati stanziati ulteriori 1.575 milioni di D.M. (580 miliardi di lire), di cui il 35% destinati al sostegno dell'industria (sotto forma di sovvenzioni a fondo perduto e di prestiti rimborsabili in caso di successo commerciale), il 48% alla ricerca di base e alle applicazioni, il 17% alla formazione.
2) La Francia ha impegnato a sostegno dell'informatica 1.906 milioni di franchi (350 miliardi di lire) nel corso del "II Plan Culcul" (1971-75), a cui si aggiungono 600 milioni di franchi (pari a 110 miliardi di lire) stanziati per il "I Plan Calcul" (1966-70).
L'intervento è stato inoltre indirizzato al sostegno di operazioni di concentrazione e ristrutturazione di numerose società francesi operanti nel settore dell'informatica distribuita.
In questo settore si è inoltre prodotto un intervento indiretto con il finanziamento del leasing, la garanzia degli acquisti pubblici, il sostegno all'esportazione.
Il più recente e decisivo intervento del Governo Francese si è infine manifestato in relazione all'accordo CII-Honeywell Bull; sono stati stanziati 130 milioni di franchi (25 miliardi di lire) per l'acquisto della partecipazione della nuova società, 1200 milioni di franchi (220 miliardi di lire) in sovvenzioni a fondo perduto, oltre alla garanzia di acquisto, da parte di organismi pubblici, di sistemi per 4000 milioni di franchi (720 miliardi di lire) della nuova società.
3) L'intervento del Regno Unito è risultato nel complesso più limitato, concentrandosi soprattutto nel sostegno alla I.C.L., creata nel 1968, cui sono andati i 2/3 dei 62 milioni di sterline (circa 100 miliardi di lire) spesi nel periodo 1969-75. A questi vanno aggiunti i fondi per l'assistenza allo sviluppo industriale regionale (per la parte destinata all'informatica), gli interventi di sostegno ai programmi di formazione, le sovvenzioni a enti o programmi di ricerca.
Va, infine, segnalata l'azione di sostegno della domanda privata, che si è esplicata con sovvenzioni in conto capitale e con incentivi fiscali e la politica di coordinamento della domanda pubblica, cui è preposta una apposita agenzia.
4) La politica di sostegno in Giappone si è manifestata attraverso una serie molto articolata di misure coerenti che coprono tutte le aree classiche di intervento.
Vanno segnalate, in particolare, le azioni volte alla ristrutturazione industriale che ha riunito i 6 costruttori nei due gruppi attuali (Fujitsu-Hitachi-Mitsubishi e Nec-Toshiba), le sovvenzioni allo sviluppo di progetti e alla ricerca, gli interventi a sostegno della domanda.
Pur essendo difficile una valutazione complessiva dell'intervento, questo era stimato nel 1975 in circa 90 miliardi di yen (280 miliardi di lire).
L'ampiezza degli interventi citati, la predisposizione di programmi settoriali per inquadrarli, oltre alla già citata costituzione di strutture per la sistematica rilevazione dello stato e delle esigenze del mercato evidenziano l'importanza che i principali paesi industrializzati attribuiscono allo sviluppo dell'informatica e la volontà di incidere sulle modalità di tale sviluppo.

Memorie di massa veloci

M. NOBILE
Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
Pregnana Milanese

1. Introduzione

È abbastanza sorprendente, guardando il mercato delle memorie, osservare che la fascia di costo per bit di informazione sia estremamente vasta; un bit di memoria in un elaboratore digitale costa da 10 a 10^{-4} centesimi di dollaro, a seconda di come è realizzato. Chiaramente i costi rispecchiano le prestazioni che tipicamente per sistemi di memoria sono il tempo necessario per accedere all'informazione e la sua affidabilità. In fig. 1 è riportato in grafico il costo per bit per sistemi di memoria in funzione del tempo di accesso; salta subito all'occhio una frattura tra sistemi ad alte prestazioni e sistemi a basso costo.

I primi sono strettamente elettronici, con circuiterie dedicate ad ogni singolo bit, i secondi sono caratterizzati dal fatto che l'informazione è immagazzinata su supporti magnetici in movimento in modo da ripartire il costo dell'elettronica su molti bit.

Nessuna tecnologia permette, o almeno ha permesso finora, di realizzare sistemi di memoria con costi e prestazioni intermedie; cioè con tempi di accesso nella fascia 10 μs $\div$ 1 μs a costi attorno al centesimo di cent/bit.

Questo buco è normalmente citato in letteratura come "gap nel tempo di accesso".

È piuttosto evidente che l'esistenza di questo vuoto ha notevolmente condizionato l'architettura degli elaboratori elettronici, imponendo di organizzare la memoria in una gerarchia e di costruire programmi spesso complessi per la gestione delle risorse e per il movimento dei dati tra le diverse gerarchie.

La maggior parte dei sistemi ora in commercio sono costruiti attorno all'unità disco nel senso che il sistema operativo e i programmi dell'utente risiedono normalmente su disco e vengono caricati in memoria centrale a blocchi in modo transiente durante l'esecuzione.

È da osservare però che è necessario spezzare il sistema operativo e i programmi utente in moduli transienti solo per contenere i costi; un sistema operativo residente in memoria centrale e programmi utente non segmentati sarebbero certamente più efficienti; ma la memoria centrale necessaria costerebbe troppo.

La ricerca di tecnologie adatte a colmare questa discontinuità ha interessato molto in questi ultimi anni sia tecnologi che sistemisti.

Già dall'inizio degli anni '70 sono note tecniche di registrazione che permettono l'accesso casuale al blocco e sequenziale entro il blocco, proprio come nei dischi, ma interamente elettroniche, senza cioè materia in movimento; e quindi più veloci e più affidabili rispetto ai dischi, più economiche rispetto alle memorie centrali.

La fase di gestazione nei laboratori di ricerca e sviluppo è stata lunga, decisamente più lunga di quanto ci si aspettava qualche anno fa, tuttavia molto recentemente sono stati annunciati componenti commercialmente interessanti che ci permettono di affermare che la tecnologia dei "dischi elettronici" è ormai matura. Si tratta dei dispositivi a trasferimento di carica (CCD) e delle bolle magnetiche.

2. Dispositivi a trasferimento di carica

Sono circuiti integrati al silicio realizzati con la tecnologia standard MOS. (fig. 2).

L'informazione è immagazzinata sotto forma di carica elettrostatica in un condensatore formato da un elettrodo di metallo depositato sull'ossido di silicio e il substrato di silicio che funge da controelettrodo; l'isolamento è assicurato da un sottile strato, dell'ordine di 100 nm, di biossido di silicio. (fig. 3).

Applicando tensione all'elettrodo in modo da allontanare i portatori maggioritari dalla superficie si ottiene all'interfaccia ossido-silicio una regione detta di svuotamento perché priva di portatori; se la tensione applicata è sufficientemente alta, in condizioni di equilibrio termodinamico tale regione è sede di portatori minoritari; cioè la superficie del silicio è invertita.

Tuttavia se, una volta applicata la tensione, i portatori minoritari non vengono opportunamente iniettati, l'equilibrio termodinamico viene raggiunto in tempi estre-

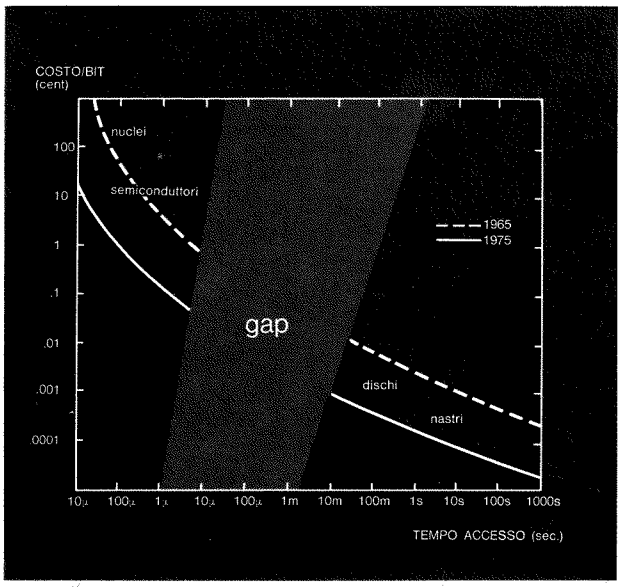


Fig. 1 - Panorama del mercato delle memorie. Si noti la frattura tra i sistemi elettronici e quelli elettromeccanici.

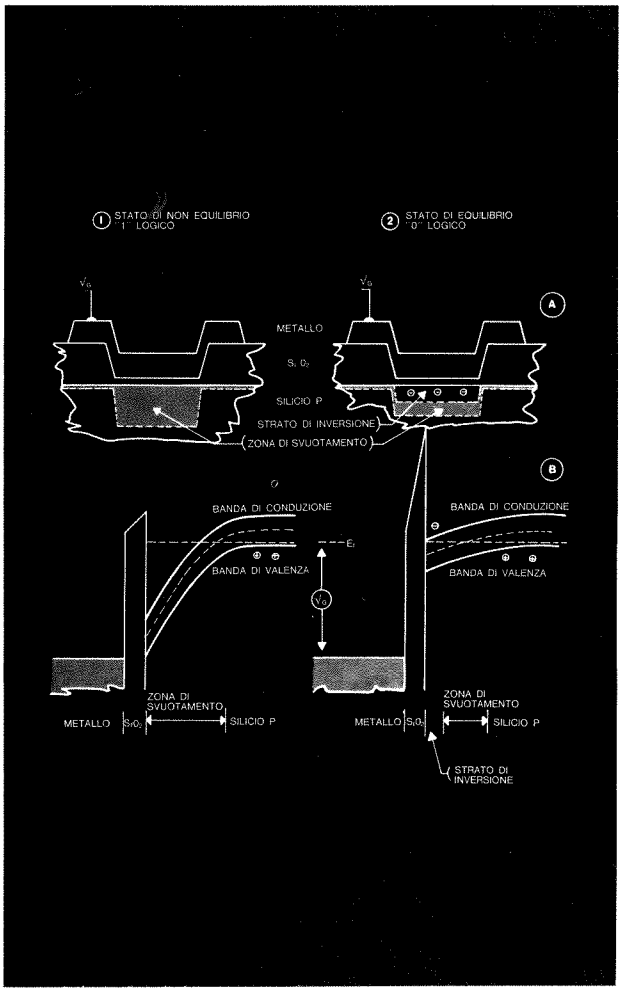


Fig. 3 - Meccanismo di immagazzinamento dell'informazione in una struttura Metallo/ossido/semiconduttore.
È mostrato il profilo della zona di svuotamento (A) e l'andamento delle bande in prossimità della superficie (B).

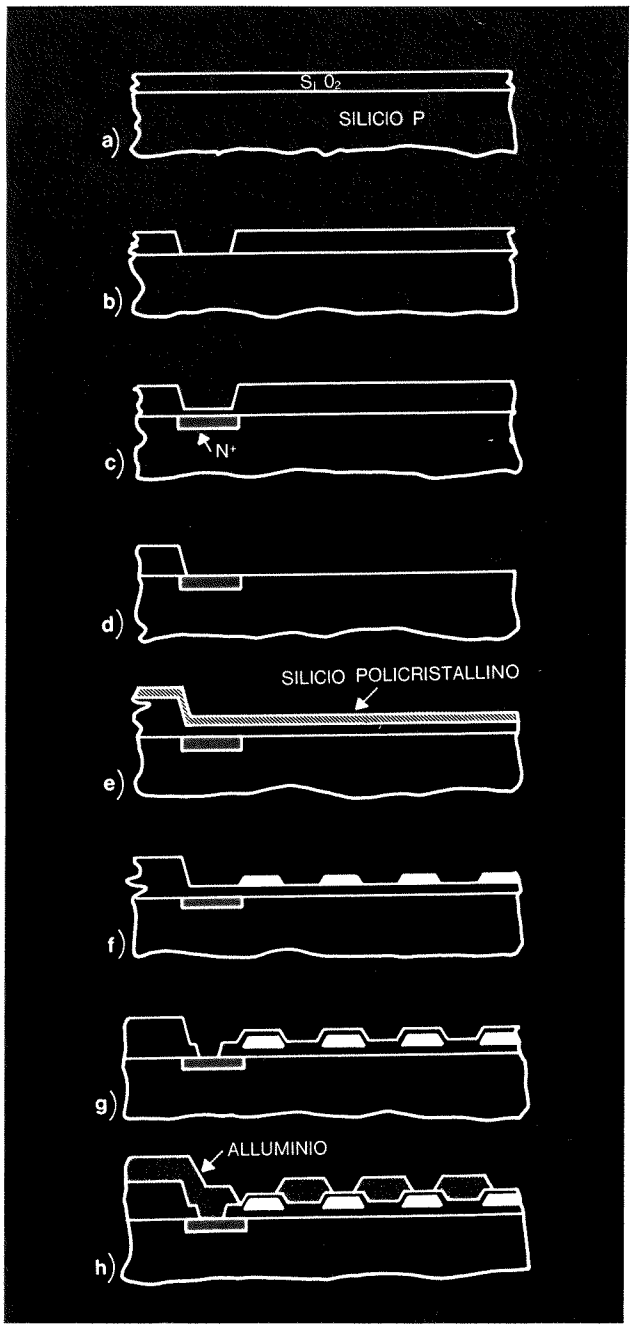


Fig. 2 - Processo per la costruzione di un circuito integrato a trasferimento di carica (CCD).

a) Materiale di partenza:
Silicio P: 1 ÷ 5 Ω/cm;
Orientato <100>;
Ossidato - 1 μ di ossido
b) apertura della finestra per la diffusione di Ingresso/Uscita
c) diffusione N^+
d) rimozione dell'ossido spesso
e) crescita dell'ossido sottile
deposito del silicio policristallino
f) definizione degli elettrodi di immagazzinamento
g) drogaggio del silicio policristallino
apertura della finestra per il contatto sulla diffusione di Ingresso/Uscita
h) deposito di alluminio
definizione degli elettrodi di trasferimento e delle interconnessioni

mamente lunghi; per silicio particolarmente puro e a temperatura ambiente si arriva fino a tempi dell'ordine di 1/10 di secondo, che su scala elettronica sono realmente macroscopici.
In tutto questo tempo il condensatore è un dispositivo di memoria e l'informazione è contenuta nel fatto che la superficie del silicio sia invertita o svuotata.
Per costruire un vero dispositivo di memoria è però necessario poter alterare e rivelare lo stato di ogni cella. Questo è normalmente realizzato costruendo una fila di elettrodi adiacenti e trasferendo i pacchetti di carica da un elettrodo a quello vicino mediante opportuni impulsi di tensione.
All'inizio e alla fine della fila vi è una giunzione che funge rispettivamente da iniettore di cariche, attraverso una porta di controllo, e da sensore.
In figura 4 è mostrato come avviene il trasferimento in un dispositivo commerciale pilotato a 4 fasi, in cui cioè un bit di memoria è costituito da 4 elettrodi adiacenti. In fig. 5 è illustrato la circuiteria di ingresso/uscita.
Poiché durante il trasferimento si ha inevitabilmente una degradazione dell'informazione dovuta principalmente all'intrappolamento e alla liberazione di portatori da parte di imperfezioni della superficie, non è possibile costruire file troppo lunghe; si preferisce concatenare più elementi attraverso le circuiterie di ingresso-uscita di fig. 5, e limitare la lunghezza di ogni elemento a 100 bit.
Così facendo si ha una rigenerazione dell'informazione nel passaggio tra un blocco e l'altro.
Ne risulta un registro a scorrimento che può raggiungere anche dimensioni notevoli e che normalmente è chiuso su sé stesso; all'utilizzatore esso appare sostanzialmente come una traccia di un disco.
L'organizzazione dei dati all'interno del circuito integrato è molto variabile; in tabella 1 sono illustrati le caratteristiche dei componenti esistenti sul mercato o annunciati per il prossimo futuro; non è ancora emersa in modo chiaro una linea di tendenza, ma sembra che il parametro essenziale sia il basso costo ottenibile risparmiando circuiterie di ingresso/uscita, cioè organizzando i dati su poche "tracce" molto lunghe; è il caso dei componenti da 64K bit annunziati da "Fairchild" e "Texas Instruments" disponibili ora a livello di prototipi.

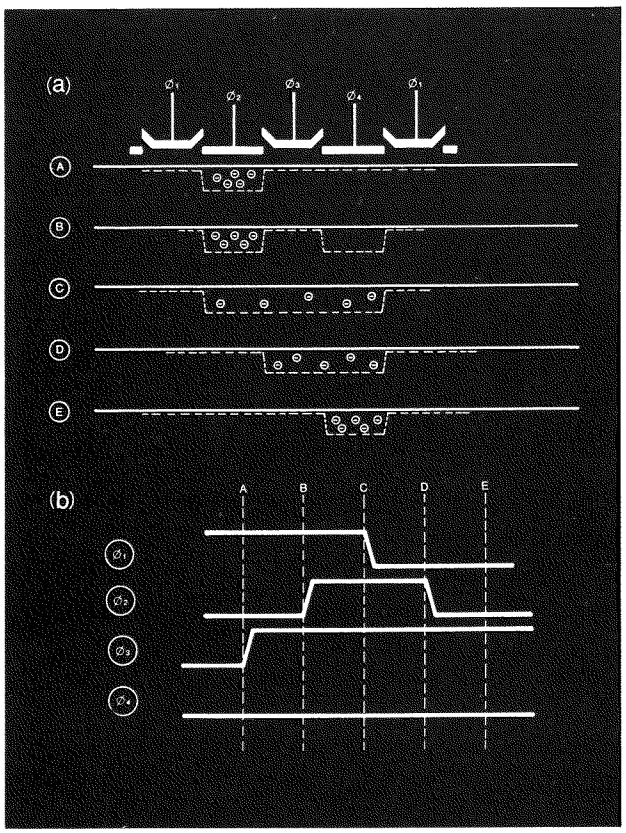


Fig. 4 - Meccanismo di trasferimento dei pacchetti di carica in CCD.
a) descrizione dello stato della superficie durante il trasferimento.
b) forme d'onda di pilotaggio.

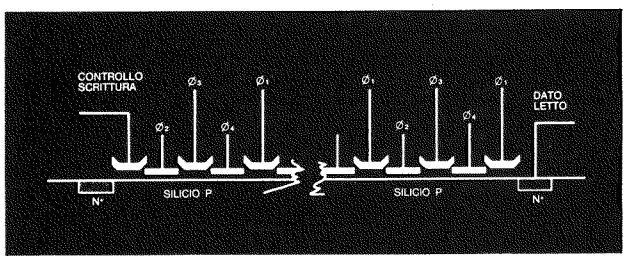


Fig. 5 - Circuiteria di Ingresso/Uscita in un dispositivo CCD.

TABELLA 1
CONFRONTO FRA I COMPONENTI "CCD" ESISTENTI O ANNUNCIATI SUL MERCATO

Fornitore	Sigla dispositivo	Capacità componen.	N° tracce	Lunghezza traccia	Parallelismo uscita	Tempo medio latenza	Max frequenza dati	Max. frequenza scorrimen.	Frequenza rinfresco
Intel	2416	16 K bit	16	256 bit	1	100 μs	2 M bit/s	1,3 MHz	100 KHz
Fairchild	CCD450	9 K bit	1	1024 bit	9	250 μs	2 M bit/s	2 MHz	100 KHz
Fairchild	CCD460	16 K bit	32	128 bit	4	16 μs	4 M bit/s	4 MHz	400 KHz
Texas Inst.	TI3046	64 K bit	16	4096 bit	1	400 μs	5 M bit/s	5 MHz	40 KHz
Fairchild	CCD464	64 K bit	16	4096 bit	1	500 μs	4 M bit/s	4 MHz	1 MHz
Intel	2464	64 K bit	256	256 bit	1	125 μs	2,5 M bit/s	1 MHz	25 KHz

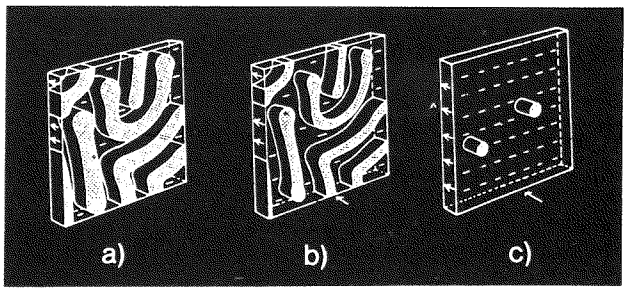


Fig. 6 - Domini magnetici in una fettina di granato monocristallino
a) in assenza di campo magnetico
b) con campo inferiore al campo critico
c) con campo superiore al campo critico, ma inferiore al campo di saturazione

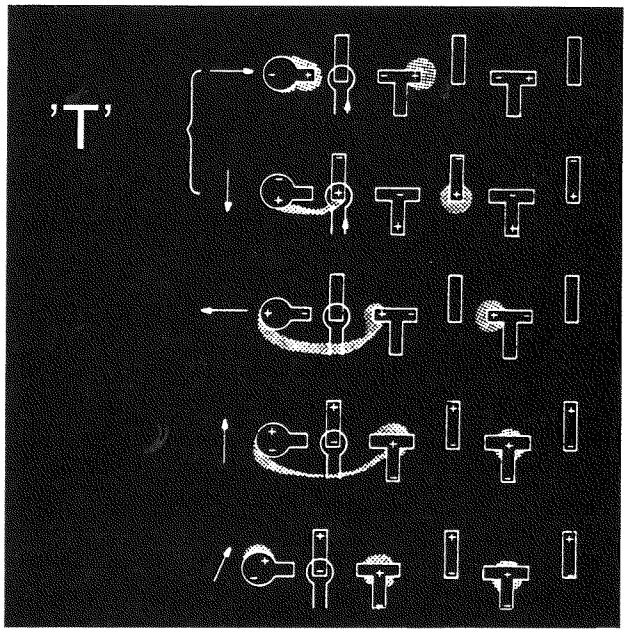


Fig. 7 - Meccanismo di generazione e di trasferimento delle bolle magnetiche in una fettina di granato monocristallino.
Sono mostrate le barrette di permalloy e la direzione del campo magnetico rotante.
Se durante il tempo 'T' si fa passare corrente nella spira depositata, si inibisce la formazione di una nuova bolla.

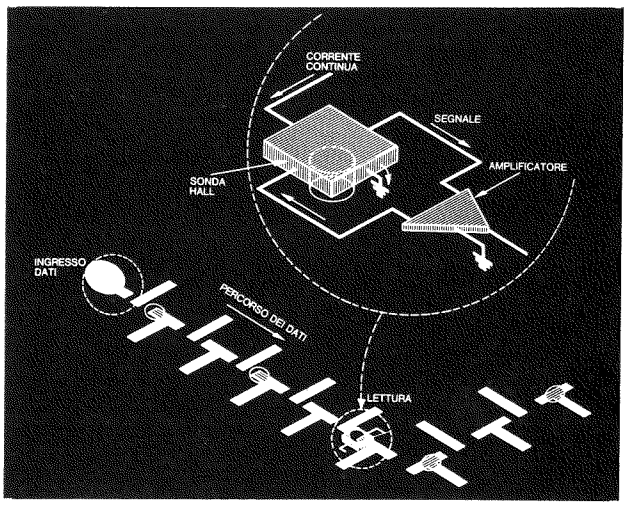


Fig. 8 - Rivelazione delle bolle mediante sonda ad effetto Hall.

Come si è visto, l'analogia coi dischi a testine fissa è piuttosto stringente, anche se solo l'informazione è in movimento, non il suo supporto materiale.
Questo implica che è possibile fermare e far ripartire pressoché istantaneamente il "disco elettronico" con due importanti conseguenze:
1) si ha dissipazione di potenza solo quando si accede all'informazione, e quindi è necessario effettuare uno scorrimento ad alta velocità finché il dato richiesto è presente sulla circuiteria di uscita e per estrarre in modo sequenziale stringhe di dati; se la memoria non è selezionata lo scorrimento può essere rallentato, ma non sospeso perché è necessario un rinfresco periodico essendo l'informazione immagazzinata sotto forma di carica elettrostatica.
2) Il dispositivo può sincronizzarsi con estrema facilità a qualsiasi flusso di dati entro un ampio campo di valori, tra la sua massima velocità e quella necessaria per il rinfresco; non solo, possono anche essere introdotti tempi di attesa quando è necessario sincronizzarsi su eventi asincroni pur di garantire in media la velocità di scorrimento necessaria per il rinfresco.
Questa prestazione è chiaramente impossibile per i dischi e comunque per tutte quelle memorie in cui si ha materia in movimento.
La tecnologia, seppur recente, è già abbastanza matura, componenti da 16K bit sono disponibili dal 1975 e i componenti da 64K bit ora annunciati saranno disponibili in volume nel 1978; l'impaccamento è 4 volte migliore rispetto ai più impaccati componenti per memorie centrali, e di conseguenza anche il costo dovrebbe essere 4 volte inferiore.
L'uso che sembra più spontaneo per questi dispositivi è una estensione a basso costo della memoria centrale di un elaboratore per ospitare moduli transienti del sistema operativo o dei programmi utente introducendo così una gerarchia di memoria tra memoria centrale e disco.
Tuttavia, dal punto di vista dell'architettura di sistema, un miglior costo di un fattore 4 rispetto alla memoria centrale, non sembra giustificare una perdita in prestazioni (tempo di accesso) di un fattore 100; inoltre una gerarchia di memoria in più implica un sistema operativo piuttosto più complesso; infine alcuni fornitori hanno già allo studio componenti di memoria ad accesso casuale, per memorie centrali, da 64K bit, mentre nessuno pensa per ora a CCD con integrazione maggiore.
Interessante appare invece la facilità con cui questi dispositivi possono essere sincronizzati con eventi esterni; una promettente applicazione potrebbe essere una memoria tampone tra sistemi che si devono scambiare dati, ma hanno velocità intrinsecamente diverse. È il caso per esempio di una unità centrale che colloquia col disco. Così facendo si evitano tutti i tempi di attesa necessari all'unità centrale per sincronizzarsi sulla velocità del disco.

3. Bolle magnetiche

Un secondo tipo di dispositivi per memorie di massa veloci è costituito dalle bolle magnetiche.

Il supporto delle informazioni è un sottile strato di granato monocristallino cresciuto su un opportuno substrato; il materiale è ferromagnetico con anisotropia assiale, cioè la magnetizzazione è sempre diretta perpendicolarmente alle fettine, dall'alto in basso o viceversa.
In assenza di campo magnetico le regioni con magnetizzazione verso il basso e quelle con magnetizzazione verso l'alto hanno circa la stessa area. Applicando un campo magnetico l'area delle regioni (dominii) orientate in favore di campo cresce a spese di quelle orientate a sfavore.
Quando il campo supera un certo valore critico i dominii in sfavore di campo assumono forma cilindrica, da cui il nome di "bolle".
Tutte le bolle hanno lo stesso diametro, al crescere del campo si contraggono fino a sparire quando il campo supera il valore di saturazione. (Fig. 6).
Esiste quindi una ben precisa fascia di valori di campo in cui esistono e sono stabili le bolle magnetiche.
L'informazione consiste nella presenza o assenza di una bolla in una certa posizione.
Per costruire un sistema di memoria occorre poter generare e distruggere bolle e rivelarne la presenza.
Questo richiede di poter alterare localmente il campo magnetico mediante correnti in conduttori depositati sulla fettina e di poter rivelare variazioni di campo, mediante sensori magnetoresistivi o ad effetto Hall, sempre depositati sulla fettina.
Questi elementi sono piuttosto costosi per cui è necessario averne uno solo per molti bit; come nel caso di CCD.
Questo è ottenuto muovendo l'informazione sulla fettina (in questo caso le bolle) ancora senza movimento di materia.
Oltre alle tre funzioni citate occorre quindi realizzare la funzione di trasferimento. Descriviamo ora sommariamente come queste funzioni sono ottenute.

1. Trasferimento.

Se parallelamente alla fettina vi è un gradiente di campo, la bolla tende a spostarsi dove il campo è massimo; questo gradiente è ottenuto depositando sulle fettine opportune barrette di permalloy, materiale ferromagnetico dolce, e applicando un piccolo campo parallelamente alla superficie in modo da saturare queste barrette. La bolla tende ad appiccicarsi all'estremità di questa barretta dove il campo è massimo e con polarità opportuna.
Depositando barrette di forma a "T" e a "I" e facendo ruotare il campo magnetico, sempre nel piano della fettina, ad ogni giro del campo la bolla si sposta di un passo, come è mostrato in Fig. 7.

2. Generazione.

Sempre in Fig. 7 è mostrato il meccanismo di generazione di una bolla; in assenza di altri campi, oltre a quello statico e quello rotante, presenti su tutto il dispositivo, una bolla detta germe è sempre presente sotto la placchetta di forma circolare e ad ogni ciclo si allunga fino a spezzarsi; la bolla così generata si sposta poi lungo la catena col meccanismo prima descritto.
Se però si perturba localmente il campo quando la bolla tende ad allungarsi se ne impedisce lo sdoppiamento. Questo è realizzato depositando una spira in prossimità del germe e pulsando corrente in fase opportuna col campo rotante.

3. Rivelazione.

In Fig. 8 è mostrato lo schema del sensore; lungo il percorso delle bolle è depositato l'elemento attivo che funge da rivelatore; la sonda è normalmente un film magnetoresistivo o più spesso di semiconduttore in cui si sfrutta l'effetto Hall.

4. Cancellazione.

L'eliminazione di una bolla, che logicamente equivale alla cancellazione dell'informazione, si ottiene deviando la bolla fuori dal suo normale percorso, in una opportuna trappola, mediante un impulso di corrente.
In definitiva con un campo magnetico rotante si ottiene lo scorrimento di tutte le bolle in una stessa fettina, mentre con campi magnetici locali, ottenuti pulsando corrente in spire o conduttori depositati sulla fettina, si possono eseguire operazioni logiche sulla singola bolla.
In Fig. 9 è mostrato lo schema dell'unico prodotto commerciale annunciato e di cui sono disponibili prototipi. L'organizzazione è sostanzialmente di tipo anello maggiore/anelli minori; vi è una sola stazione di lettura/scrittura e il numero di conduttori depositati sulla fettina per eseguire operazioni di trasferimento è realmente ridotto al minimo.
Anche per le bolle sembra quindi vi sia la tendenza a ridurre i costi a spese delle prestazioni che sicuramente sarebbero migliori se ogni "anello minore" avesse il suo elettrodo di trasferimento.
Nella tabella 2 sono riportate le caratteristiche di tale dispositivo.

TABELLA 2
CARATTERISTICHE DEL DISPOSITIVO A BOLLE PRODOTTO DALLA "TEXAS INSTRUMENTS„

Capacità totale	100.637 bit
Capacità utile	92.304 bit
N° anelli minori	157
N° anelli minori utili	144
Lunghezza anelli minori	641 bit
Frequenza scorrimento	100 K Hz
Tempo di accesso	4.0 ms
Dimensioni capsula	25 x 28 x 10 mm.

Problemi tecnologici ne esistono ancora parecchi; il materiale di partenza è certamente il punto più critico per l'estrema difficoltà di ottenere una fettina di granato monocristallino. Il trattamento della fettina è invece relativamente semplice, rispetto al silicio, per il minor numero di passi necessari e per la mancanza di processi ad alte temperature quali le diffusioni. (Fig. 10)
Tuttavia il diametro delle bolle è ora attorno ai 5 micron e potrebbe anche diminuire; questo impone di intagliare le barrette di Permalloy con una precisione dell'ordine del micron, con una precisione cioè 4 volte migliore di quanto si faccia ora sul silicio.
Infine la fettina di granato deve essere circondata dalle bobine necessarie per generare il campo rotante, e il

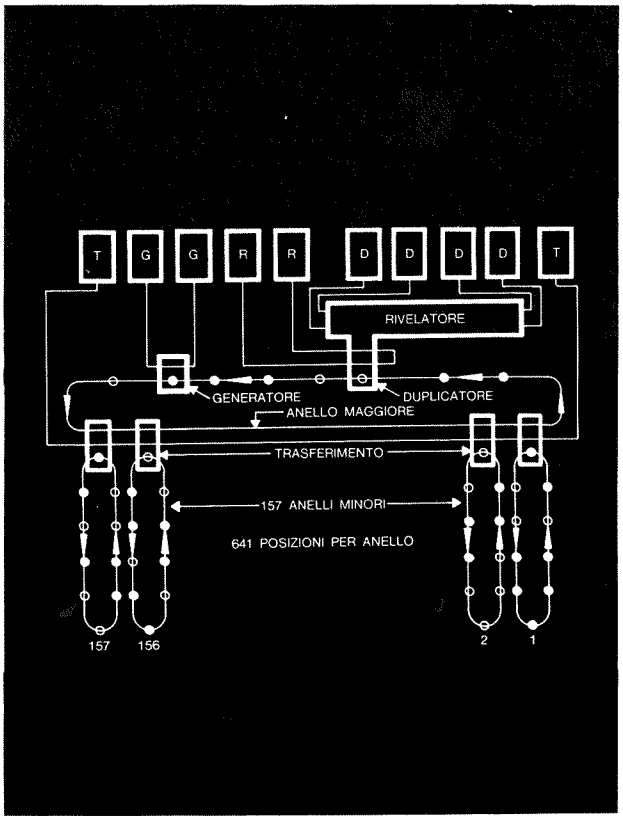


Fig. 9 - Schema di dispositivo di memoria a bolle da 100 K Bit ("Texas Instruments").

tutto deve essere immerso in un magnete permanente. Ne risulta una capsula piuttosto voluminosa e certamente molto costosa (Fig. 11).

Dal punto di vista dell'architettura dei sistemi il dispositivo è interessante perché memoria permanente: l'informazione è conservata anche in assenza di alimentazione; tuttavia sia il flusso dei dati, sia il tempo di accesso sono ancora piuttosto scadenti per dispositivi pur sempre costosi.

In realtà la tecnologia è piuttosto giovane; e per ora i costi sono molto alti, attorno a 1/10 di cent/bit ma si può prevedere una diminuizione di un ordine di grandezza nei prossimi anni se inizierà una produzione in volume.

Per quanto riguarda la loro utilizzabilità è difficile fare una previsione; non si hanno ancora dati sulla producibilità in alti quantitativi e quindi, in ultima analisi sui costi.

In sistemi utilizzanti dischi la prima impressione è che le bolle costino troppo e abbiamo prestazioni troppo poco superiori ai dischi per giustificarne l'impiego come memoria intermedia.

Interessante appare invece l'uso in terminali intelligenti o comunque in piccoli sistemi, tipicamente basati su microelaboratori, che abbiano bisogno di memoria permanente, collocati in una fascia di mercato in cui non è possibile usare i dischi per ragioni di costo.

Va osservato però che si è diffuso e sta prendendo sempre più piede un sistema di memoria molto economico anche se con prestazioni limitate: il dischetto.

È certamente questo il primo dispositivo di memoria con cui le bolle entreranno in competizione; nella ta-

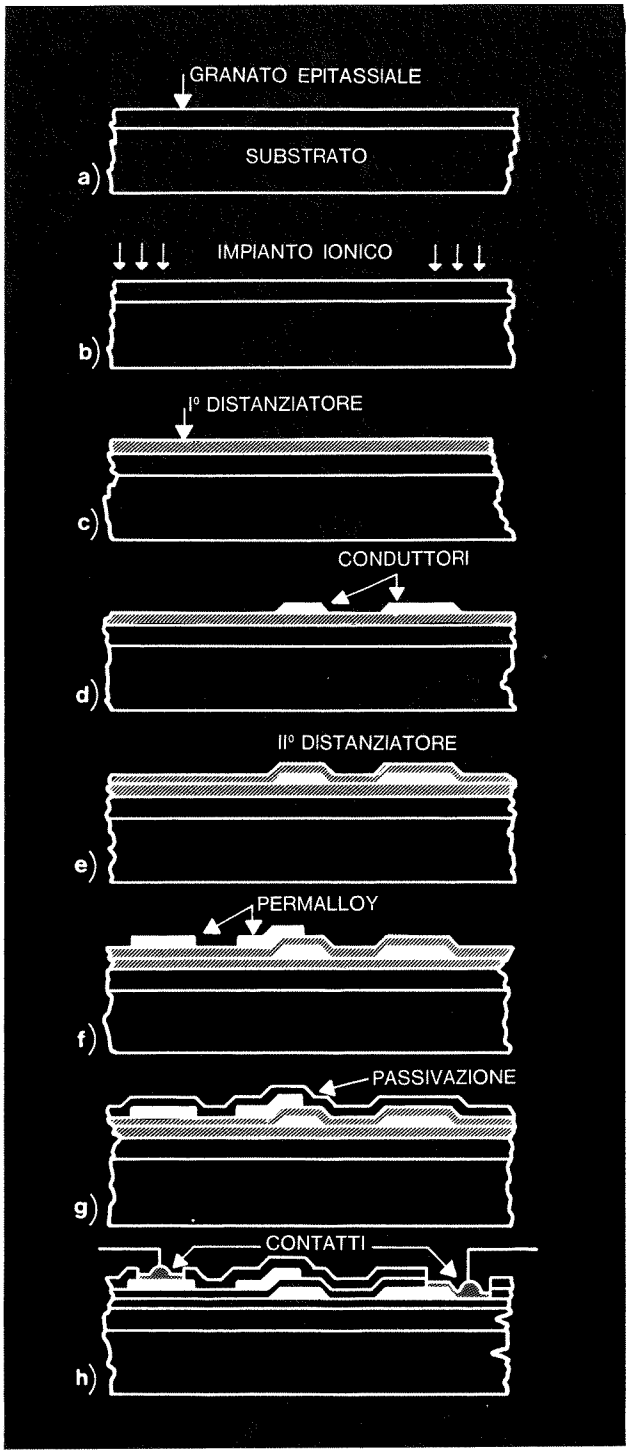


Fig. 10 - Costruzione di una memoria a bolle.

a) materiale di partenza:
Granato e pitassiale cresciuto su supporto non magnetico
b) bombardamento ionico per rimuovere difetti magnetici nel granato
c) deposito di SiO_2: distanziatore
d) deposito di Al-Cu. Conduttori di controllo
e) deposito del distanziatore per le barrette di permalloy
f) deposito di permalloy
g) passivazione con SiO_2
h) apertura di finestre nella passivazione e formazione dei contatti

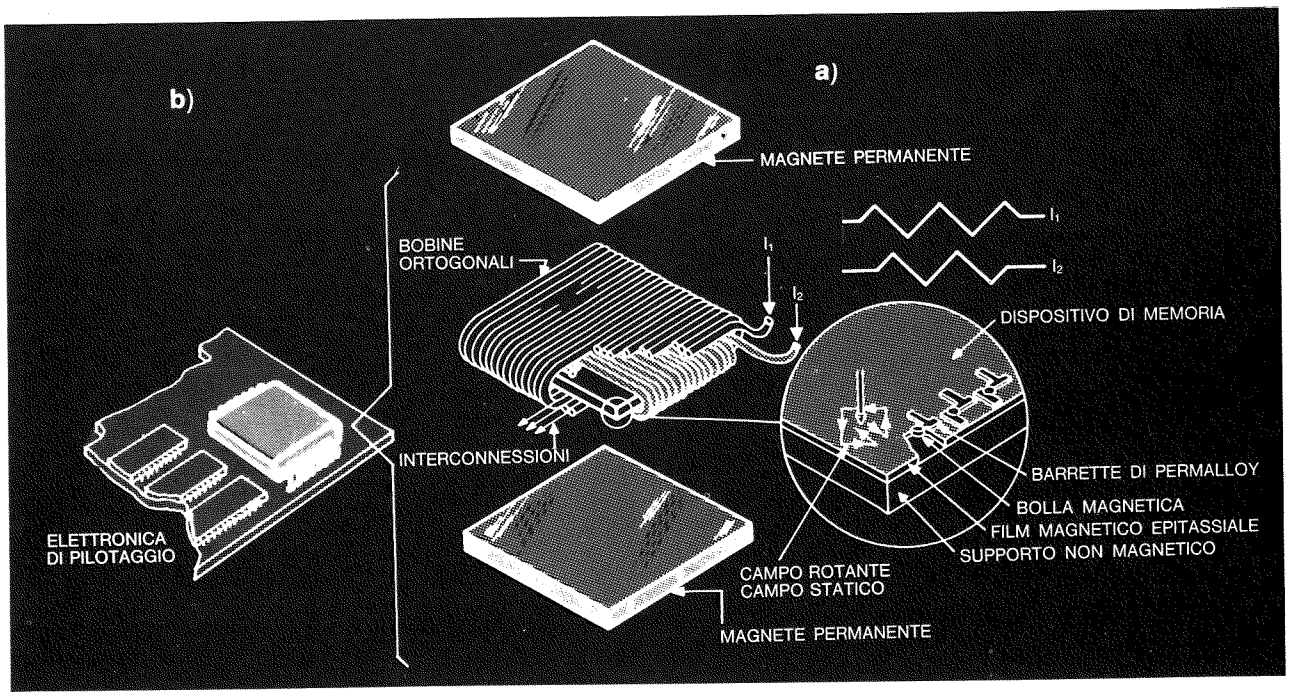


Fig. 11 - Costruzione di una memoria a bolle (Texas): a) struttura del componente; b) componente incapsulato e montato

bella 3 le due tecnologie sono poste a confronto.
Per il prossimo futuro ci si aspetta un rapporto di costo almeno 3 a favore del dischetto, per cui le bolle saranno convenienti quando si richieda un volume di memoria piccolo rispetto alla capacità di un dischetto, o quando si richieda una elevata affidabilità, impossibile da ottenere con una meccanica poco costosa.
Questo certamente non basta per assicurare il successo alla nuova tecnologia; una affermazione è possibile solo se il costo delle bolle sarà minore (o almeno non troppo maggiore) rispetto al costo del dischetto; la partita è ancora tutta da giocare.

4. Conclusioni.

Da un punto di vista strettamente tecnologico possiamo affermare che il "gap nel tempo di accesso" è stato colmato e la Fig. 1 va opportunamente modificata nella Fig. 12.
Tuttavia per ritenere il "gap" realmente colmato occorre che queste nuove tecnologie vengano accettate dal mercato e si formi una area in cui il loro impiego sia sicuramente conveniente.

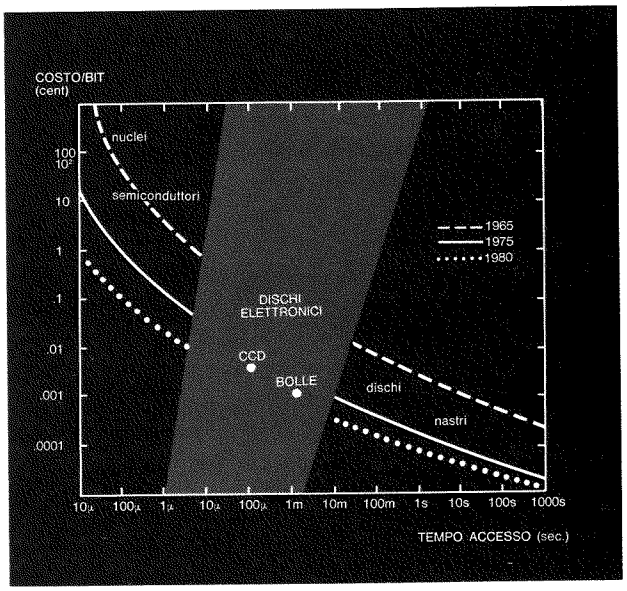


Fig. 12 - Evoluzione prevista per i sistemi di memoria; il "gap" nel tempo di accesso è colmato dai dischi elettronici.

TABELLA 3
CONFRONTO TRA COSTI E PRESTAZIONI PER LE DIVERSE TECNOLOGIE DI MEMORIA

ANNO 1977-78	Memoria centrale (RAM-MOS)	CCD	Bolle	Dischetto	Disco a testine mobili
Tempo di accesso	300 ns	100 µs	4 ms	300 ms	50 ms
Flusso di dati	2 M bit/s	4 M bit/s	100 K bit/s	250 K bit/s	1,5 M bit/s
Frequenza errore	10^{-10}	10^{-10}	10^{-12}	10^{-8}	10^{-10}
Non volatilità	NO	NO	SI	SI	SI
Costo per l'utente	.8 cent/bit	.2 cent/bit	.3 cent/bit	.1 cent/bit	.05 cent/bit

5. Bibliografia

Dal 1970 sull'argomento "CCD" e "BOLLE" sono stati pubblicati un grande numero di articoli.

1. *CCD*

Le riviste che più hanno pubblicato articoli sull'argomento sono: "Bell System Technical Journal – Solid State Circuits – Electronics".
Recentemente Solid State Technology ha recensito 268 articoli:

– A.H. AGAJANIAN, "*A Bibliography on Charge Coupled Devices*", Solid State Technology – 19,5 48 (Mag. 76)

Articoli di Rassegna:

– G.E. SMITH, "*Overview of Charge Coupled Devices*" Proceedings of the 5th Conference on Solid State Devices – 1973

– L. ALTMAN, "*Charge Coupled Devices move in on memories and analog signal processing*", Electronics – (15 Ag. 74)

– G.F. AMELIO, "*Charge Coupled Devices for memory applications*", Proceedings of National Computer Conference, 1975

– L.W. TERMAN, L.G. HELLER, "*Overview of CCD Memories*", IEEE Trans on Electronic Devices (Febb. 76).

Vi è inoltre una ricca documentazione tecnica e note applicative da parte dei fornitori (Intel, Texas Instruments, Fairchild).

2. BOLLE MAGNETICHE

Articoli di Rassegna:

– A.H. BOBECK, H.E.D. SCOVIL, "*Magnetic Bubbles*", Scientific American, June 1971

– R.E. MATICK, "*Review of Current Proposed Technologies for Mass Storage Systems*" Proc. I.E.E.E. *60*, 266 (1972)

– A.H. BOBECK, P.I. BONYHARD, J.E. GEUSIC, "*Magnetic Bubbles: An Emerging New Memory Technology*" Proc. IEEE *63*, 1176 (1975)

– M.S. COHEN, H. CHANG, "*The Frontiers of Magnetic Bubble Technology*", Proc. IEEE *63* 1196 (1975)

– J.E. YPMA, "*Bubble domain memory systems*", Proceedings of National Computer Conference, 1975

– J.W. NEILSEN, "*Bubble Domain Memory Materials*", IEEE Trans. Mag. *12*, 327 (1976)

Libri o raccolte di articoli:

– A.H. BOBECK, E. DELLA TORRE, "*Magnetic Bubbles*", North Holland Amsterdam 1975

– T.H. O'DELL, "*Magnetic Bubbles*", MacMillan, London 1974

– A.B. SMITH, "*Bubble Domain Memory Devices*", Artech House, Dedham Mass. 1974

– H. CHANG, "*Magnetic Bubble Technology*", IEEE Press, New York 1975 (questi ultimi due sono raccolte di articoli)

Documentazione tecnica e note applicative della "Texas Instruments".

3. *SISTEMI DI MEMORIA*

Per un confronto con le memorie magnetiche si rimanda a:

– N. MINNAJA, "*Il magnetismo e le memorie di massa*" Quaderni di Informatica n° 3 (1975)

– F. FILIPPAZZI, "*Tecnologia dell'elaboratore elettronico*", F. Angeli (1976)

Impostazione e risultati di un sistema informativo integrato (*)

FABRIZIO VECCHI
Organizzazione e Controllo di Gestione
Fontana Luigi S.p.a.

1. Introduzione

La azienda il cui sistema informativo è oggetto di questa nota opera nella produzione e commercializzazione di viti, dadi e bulloni.
La produzione è concentrata in Italia dove è anche localizzata, presso Milano, la sede centrale, mentre la distribuzione si estende a tutta l'Europa attraverso una rete di depositi e di rappresentanze con deposito e il gruppo di consociate operanti in Italia, Francia e Germania.
Le dimensioni dell'azienda in termini di volume di affari la collocano tra le medio-grandi nella scala delle aziende manufatturiere italiane e ai primi posti a livello Europeo nello specifico settore di attività.
In termini di volumi di lavoro possono essere significativi i seguenti dati: annualmente vengono evasi circa 300.000 ordini provenienti da una popolazione di circa 10.000 clienti e relativi ai 20.000 prodotti gestiti dall'azienda; la produzione giornaliera è di circa 15.000.000 di pezzi stampati.
Dal punto di vista organizzativo riportano alla Direzione Generale le funzioni Vendite, Servizi di Produzione, Produzione e Amministrazione; il Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione è in staff alla Direzione Generale e include la responsabilità del Sistema Informativo (Fig. 1).

2. Impostazione e sviluppo del sistema informativo

Premessa

Il processo di meccanizzazione della azienda prende avvio nel 1969 quando la Direzione assegna al Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione il compito di realizzare un sistema informativo che, seppure inizialmente orientato all'area ordini e clienti, sia in grado di estendersi progressivamente a tutte le altre attività dell'azienda.
Con questo indirizzo la Direzione si proponeva di perseguire da una parte precisi obiettivi economici a breve termine e dall'altra sensibili vantaggi organizzativi a medio-lungo termine.
Tra gli obiettivi a più breve scadenza era considerato prioritario il contenimento dei costi connessi con il trattamento degli ordini clienti, che, nella dinamica di forte sviluppo caratteristica dell'azienda, richiedeva una completa revisione procedurale per essere tenuto sotto controllo, mentre a tempi successivi si mirava ad assicurare la disponibilità delle informazioni necessarie a conseguire ottimizzazioni gestionali nelle aree:
- fatturazione
- contabilità clienti/fornitori/generale
- gestione clienti
- gestione scorte
- programmazione produzione.

Tra gli obiettivi a medio-lungo termine si collocavano i vantaggi organizzativi derivanti dal dotare le varie funzioni aziendali degli strumenti informativi necessari a prendere in modo autonomo le decisioni di loro competenza (decentramento decisionale) e la possibilità per la direzione di configurare con maggiore consapevolezza gli obiettivi a livello annuale e pluriennale.
Nella realizzazione del sistema informativo si possono individuare 3 fasi distinte che coprono rispettivamente gli anni 1969-1973, 1974 e 1975 - oggi.

1a Fase

Per conferire al sistema informativo una impostazione globale, coerente con gli indirizzi espressi dalla Direzione, il Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione si rese conto di dover sottoporre preliminarmente ad una approfondita analisi funzionale l'azienda nel suo complesso.

(*) L'articolo è tratto dalla nota "Analisi di un sistema informativo esteso all'intero ciclo della gestione aziendale" presentata al seminario "L'economia dei sistemi informativi aziendali: realtà e prospettive" che si è tenuto a Milano presso l'università L. Bocconi dal 27 al 29 Giugno e che è stato organizzato in collaborazione tra la Scuola di Direzione Aziendale (SDA) della stessa università e la Honeywell Information Systems Italia.

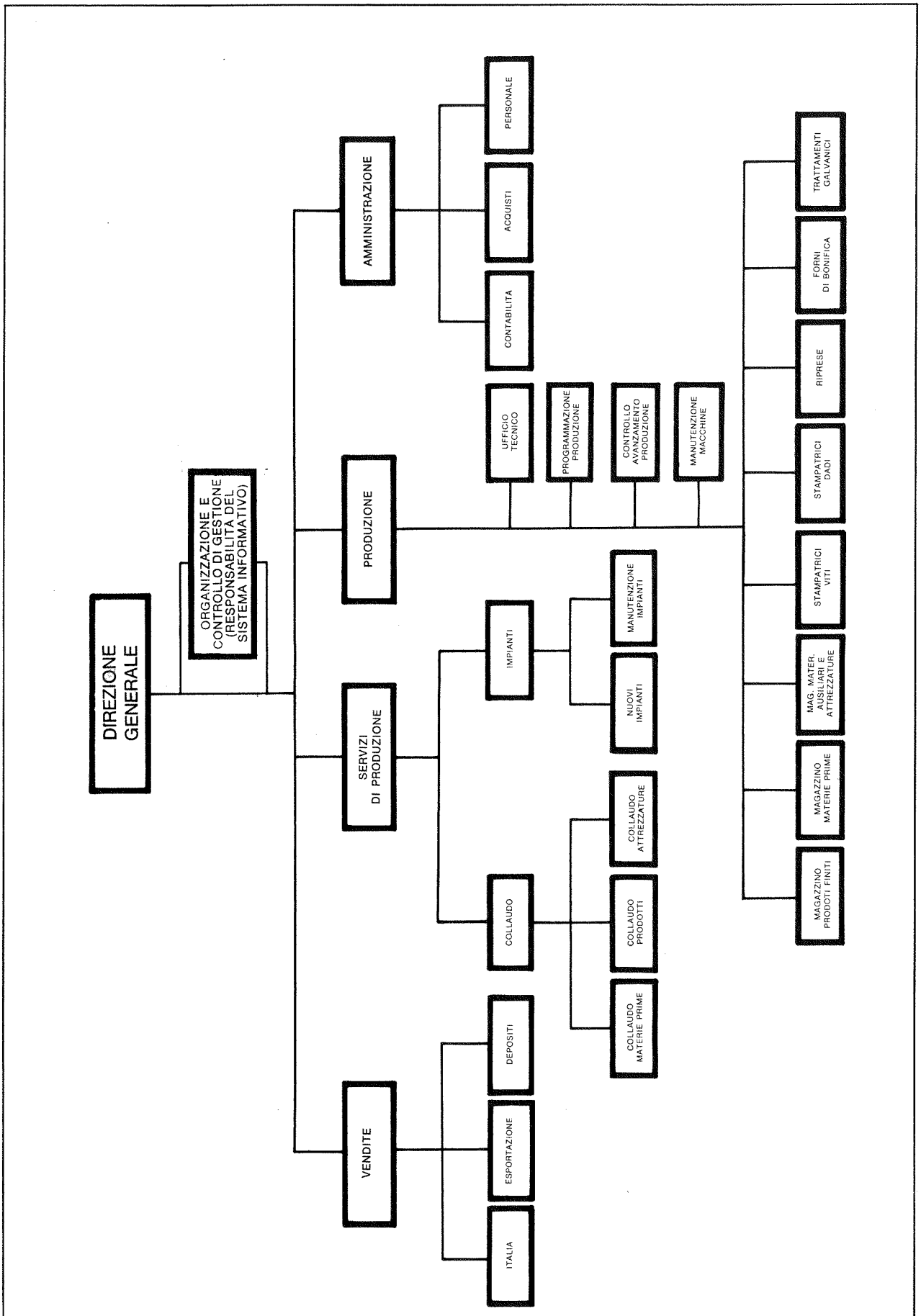


Fig. 1 - Organizzazione della Azienda.

Schematicamente le fasi in cui tale analisi (1) venne articolata possono descriversi come segue:
— vennero individuati attività e compiti dei vari settori aziendali per poterli poi raggruppare, in base alla loro omogeneità, in "funzioni" logiche senza particolare riferimento alla struttura organizzativa;
— vennero evidenziate le correlazioni informative tra tali funzioni e, all'interno delle funzioni, tra le varie attività;
— venne disegnato il modello prototipale dell'intero sistema informativo aziendale nell'ambito del quale risultavano già operativamente definiti in modo univoco, anche se non ancora in termini di elaborazione, i dati di ingresso e uscita delle singole attività e le informazioni necessarie per passare dai primi ai secondi.
Sulla base di questa visione generale dell'azienda si rese possibile la formulazione di un piano di realizzazione che, nell'arco di quattro anni, prevedeva la completa implementazione del sistema, pur garantendo la gradualità degli investimenti e del loro ritorno secondo una opportuna scala di priorità.
A livello direzionale si richiedeva che il periodo di ripagamento (pay back) non superasse i 4 anni ritenuti necessari al completamento del progetto inclusa la fase graduale di avvio delle sue procedure componenti.
Dal punto di vista delle scelte EDP, fu adottata una soluzione di tipo batch in quanto l'impostazione data al sistema risultava già di per sé ambiziosa e suggeriva l'adozione di tecnologie di realizzazione mature, le soluzioni sistemistiche di tipo interattivo essendo all'epoca da considerarsi ancora sperimentali e quindi prive di una esperienza consolidata.
Il Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione, una volta approvato il piano di sviluppo, assunse la responsabilità della costituzione degli archivi di partenza, delle stesure delle singole procedure di gestione e della loro convalida a livello della utenza aziendale per arrivare infine alla loro analisi e programmazione EDP.
La sequenza seguita nell'avviamento dei singoli servizi automatizzati è stata la seguente:
— Gestione magazzino prodotti finiti
— Gestione portafoglio ordini clienti
— Gestione semilavorati
— Collegamento tra ordini clienti e magazzino-semilavorati
— Emissioni di bolle spedizione e fatturazione
— Contabilità clienti
— Gestione del magazzino materie prime, con ordini ai fornitori
— Gestione del personale (paghe - stipendi - statistiche di costo e di assenteismo)
— Avviamento del magazzino automatico.
— Gestione dei magazzini ausiliari (attrezzi, consumi, ricambi) con riordino ai fornitori.
Nel 1973, coerentemente con il piano proposto, il sistema poteva considerarsi ultimato e operativo nella sua completezza.

2a Fase

Sviluppato il sistema nella sua forma batch e maturata una sufficiente esperienza di utilizzo, si iniziò alla fine del 1973 lo studio della sua trasformazione in tempo reale, essendo questo ritenuto l'unico ambito nel quale fossero realisticamente conseguibili gli obiettivi strategici di miglioramento gestionale-organizzativo della azienda precedentemente accennati.
La tecnologia informatica si era evoluta nel frattempo in modo da ridurre la criticità di un sistema totalmente interattivo senza però che con questo la sua realizzazione cessasse di costituire un obiettivo ancora notevolmente ambizioso (continua del resto ad esserlo tutt'oggi); d'altra parte, l'esperienza sviluppata con la soluzione batch aveva ampiamente confermato la dimensione dei vantaggi economici e gestionali conseguibili e inoltre, con le trasformazioni già indotte dall'impiego del sistema informativo nel lavoro operativo dei vari settori aziendali, si era costituito il terreno favorevole ad una evoluzione in questo senso.
Gli obiettivi a livello direzionale di questa scelta, oltre ai vantaggi organizzativi già menzionati, riguardavano anche l'abbattimento dei tempi (e costi) di preparazione e verifica dell'input/output tramite la delega alle direzioni responsabili della gestione diretta del sistema informativo.
La trasformazione della soluzione batch a quella in tempo reale ha mantenuto inalterata l'architettura generale del sistema e la logica di interscambio delle informazioni tra i vari sottosistemi componenti; ha invece comportato una ristrutturazione degli archivi in un'unica base di dati integrata e un adattamento delle procedure al nuovo ambiente transazionale.
A luglio del 1974 il nuovo sistema era in grado di coprire in modo interattivo tutte le funzionalità del precedente batch e durante il mese di agosto fu effettuata con successo la conversione degli archivi e la preparazione per la partenza operativa dei terminali.
Alla ripresa di settembre le varie direzioni iniziarono a svolgere la loro attività con i video terminali che ben presto diventarono strumento essenziale di lavoro quotidiano in modo del tutto confrontabile con il servizio telefonico.
È interessante rilevare come il personale addetto ai terminali sia inserito organizzativamente nelle direzioni aziendali utenti del sistema, dipendendo funzionalmente, per l'addestramento e l'organizzazione pratica del lavoro, dal Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione.

3a Fase

Dal momento della sua entrata in funzione, il sistema è in continua evoluzione in termini di arricchimento delle sue capacità di fornire nuove elaborazioni o dati gestionali alle funzioni aziendali che via via li richiedono tramite i loro video terminali.
Va sottolineato come, in vista della impostazione generale data al sistema sin nella sua concezione originaria ed alla conseguente disponibilità di una base di dati molto articolata, il rapporto costo/benefici di questo tipo di funzioni aggiuntive si presenti estremamente favorevole.
Il numero di tipi di transazione attualmente previste dal sistema ammonta a circa 300.

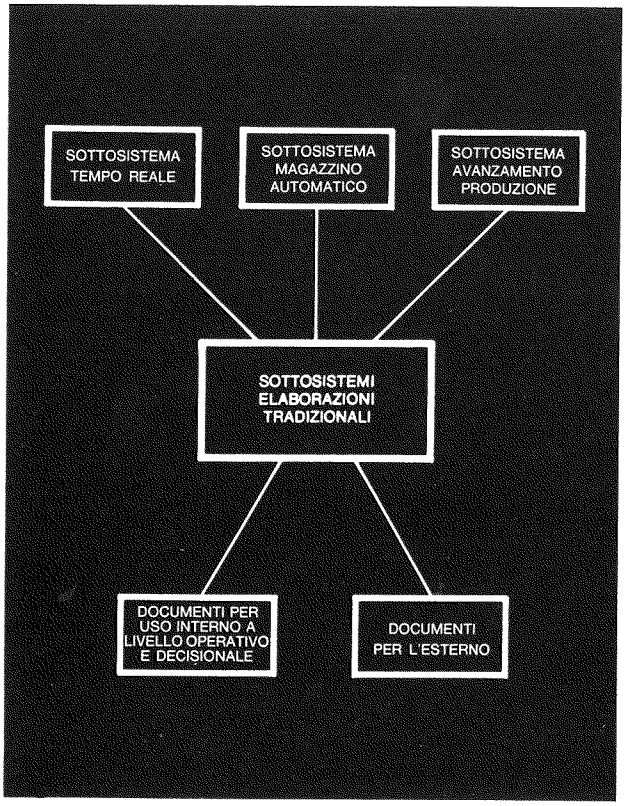


Fig. 2 - Flusso fisico nel sistema

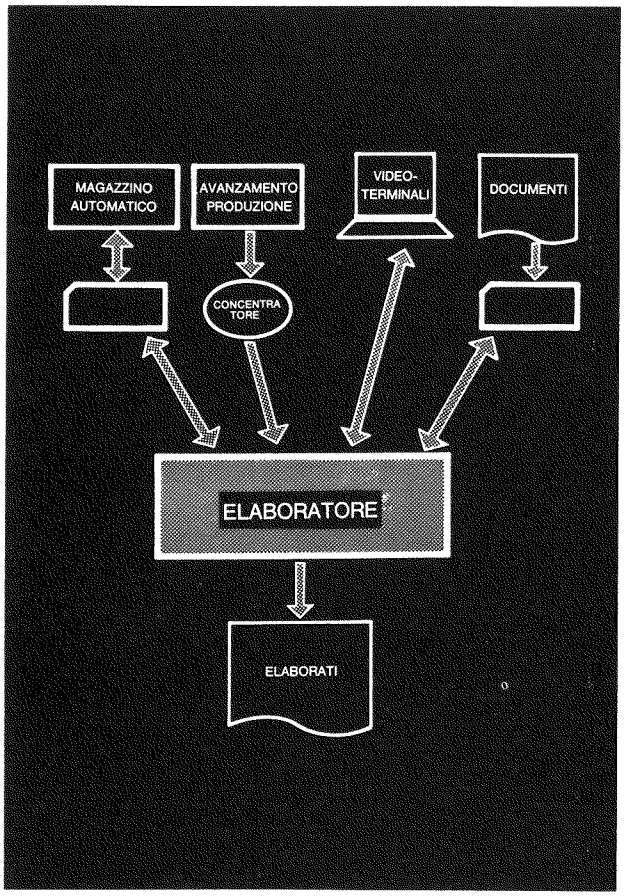


Fig. 3 - Flusso logico nel sistema

Dai primi mesi del '78 è prevista l'entrata in funzione del sottosistema AVANZAMENTO PRODUZIONE; sempre nel corso del 1978, il sistema che oggi esplica la sua attività essenzialmente per la sede centrale, si collegherà in teleprocessing ai 7 depositi in Italia con l'obiettivo di dare ai depositi la possibilità di agire sugli archivi centrali (impegno disponibilità di magazzino, interrogazioni, etc.) in tempo reale.
Contemporaneamente, è già stato avviato un processo di standardizzazione delle procedure di gestione delle aziende consociate e delle società estere che si vuole realizzare attraverso la riproduzione del sistema informativo su elaboratori satelliti e locali di più piccole dimensioni ma tuttavia in grado di supportare una operazione interattiva.
In questo modo si otterrà automaticamente una coerenza intrinseca dei dati gestionali e quindi una loro diretta confrontabilità, oltre che una significativa economia di scala nella progettazione analisi e sviluppo delle procedure e nella formazione del personale.
Il primo di tali sistemi satelliti è stato avviato nel mese di Marzo 1977 presso la consociata francese.

3. Il sistema nel suo stato attuale

Struttura

Il sistema di gestione aziendale si articola su più sottosistemi ciascuno orientato a trattare problematiche specifiche di settore e capace di comunicare con gli altri (Fig. 2 e fig. 3).
Il nucleo logico del sistema è ovviamente rappresentato dalla base di dati gestita dall'elaboratore.
In quanto segue saranno tratteggiate le principali caratteristiche dei sottosistemi componenti:
- Tempo reale
- Magazzino automatico
- Avanzamento produzione (in fase di realizzazione)
- Elaborazioni tradizionali

3.1. *Sottosistema TEMPO REALE*

Si tratta del sottosistema concettualmente più importante in quanto è attraverso di esso che passano tutte le transazioni del sistema e che quindi guida lo svolgimento di tutti gli altri sottosistemi.
Una descrizione sintetica del TEMPO REALE può essere fatta elencando le procedure componenti e le loro modalità di impiego:
- Ordini: inserimento - rettifiche - consultazioni.
- Offerte - Sconti: inserimento - modifiche - consultazioni - ribaltamento su ordini.
- Semilavorati: consultazione - inserimento e modifiche commesse di produzione.
- Materiali per fabbricazione: inserimento e modifica - anagrafiche - carico e scarico - inserimento e modifiche ordini - consultazione.
- Materiali ausiliari: inserimento e modifica - anagrafiche - inserimento e modifica ordini - carico e scarico - consultazione.
- Contabilità integrata: consultazione - registrazione.
- Operazioni di base: consultazione - introduzione e modifica.
- Clienti - Fornitori: consultazione.

— Data entry: introduzione dati (controllo validità immediato) per elaborazioni rimandate al sottosistema ELABORAZIONI TRADIZIONALI.

Gli aspetti principali del processo interattivo caratteristico del sottosistema Tempo reale possono sintetizzarsi come segue:

— ogni transazione aggiorna immediatamente gli archivi centrali;
— l'operatore al terminale è l'unico responsabile delle transazioni effettuate;
— le scelte dell'operatore al terminale sono facilitate da un colloquio continuo con l'elaboratore;
— due livelli di sicurezza, in alternativa ed in funzione della procedura, sono proposti all'operatore al terminale:

- visualizzazione dell'ultima transazione effettuata,
- visualizzazione della transazione da effettuare con richiesta di convalida.

A chiarire il ruolo focale che il TEMPO REALE assume nella struttura dell'intero sistema di gestione si ritiene opportuno esemplificarne il funzionamento a partire dall'ordine cliente in modo da mettere in evidenza come tutti gli altri sottosistemi vengano da esso attivati e ne siano quindi logicamente condizionati.

Sottosistema TEMPO REALE:
Il trattamento di un ordine cliente e i suoi riflessi sull'intero sistema di gestione.

L'introduzione di un ordine cliente provoca, in tempo reale:

— l'aggiornamento del portafoglio ordini;
— l'aggiornamento della statistica dell'acquisto per cliente e per prodotto;
— l'impegno della disponibilità di magazzino per cliente;
— la creazione di un fabbisogno (disponibilità negativa) per la produzione, se il prodotto non è disponibile, o se comunque la disponibilità diventa inferiore alla scorta minima.

Pertanto se, dopo l'introduzione, si consulta da un qualunque terminale la disponibilità di magazzino o la situazione statistica, esse risultano ovviamente già aggiornate dalla precedente transazione.

Come conseguenza dell'introduzione degli ordini, alla chiusura del TEMPO REALE utilizzando il sottosistema batch, si ottiene

nel *caso a) di disponibilità di magazzino:*
— la stampa delle conferme d'ordine per merce disponibile
— la stampa delle bolle di spedizione
— la perforazione delle schede per il magazzino automatico;

nel *caso b) di disponibilità negativa:*
— la stampa delle commesse da lanciare in produzione.

In questo caso, alla successiva riapertura del tempo reale, viene operata l'introduzione delle commesse da terminale, e, di conseguenza si ha:

— l'aggiornamento dei semilavorati in reparto
— l'assegnazione delle date di consegna delle conferme d'ordine.

A questo punto si rientra nel caso a) di disponibilità di magazzino con in più:
— la stampa della documentazione di officina per le commesse da produrre;
— la pre-perforazione delle schede per il carico del magazzino automatico.

A spedizione avvenuta, si avrà infine:
— il richiamo delle bolle emesse per la fatturazione;
— l'emissione delle provvigioni e delle tratte;
— l'aggiornamento della situazione contabile e delle statistiche per cliente;
— l'aggiornamento degli ordini per avvenuta spedizione fatturazione.

3.2 *Sottosistema MAGAZZINO AUTOMATICO*

Le funzioni di deposito e di prelievo della merce vengono controllate da un elaboratore di processo.

Il traslatore provvede alla ottimizzazione dei percorsi tra 2 movimenti di deposito e 2 movimenti di prelievo.

L'operatore comunica con l'elaboratore di processo tramite schede perforate generate dall'elaboratore centrale secondo le procedure movimenti di deposito e movimenti di prelievo che vengono brevemente descritte nel seguito.

Movimenti di deposito

All'arrivo di un prodotto finito l'operatore estrae dalle schede indirizzi liberi la più vecchia, dal documento di confezionamento del pallet determina il prodotto e il ciclo di provenienza, estrae dalle schede di ciclo la scheda corrispondente (prodotto-ciclo-tipo di confezionamento), alimenta nel lettore del traslatore la scheda indirizzo e nella peforatrice abbinata la scheda ciclo; l'indirizzo di deposito viene trasferito sulla scheda ciclo.

Le schede, più il modulo di confezionamento, sono inviate all'elaboratore centrale per l'aggiornamento della situazione prodotti finiti e mappa dei posti occupati.

Movimenti di prelievo

All'operatore vengono fornite le schede di prelievo (indirizzo-prodotti-tipo confezionamento) e le schede indirizzo libero. La scheda prelievo viene inserita nel lettore dell'elaboratore, la scheda indirizzo libero viene accodata alle schede indirizzi liberi, il pallet estratto viene inviato alle linee d'imballaggio o alla rialimentazione del magazzino manuale come risulta dalla scheda prelievo.

Terminata l'operazione di estrazione la scheda prelievo viene distrutta.

La sequenza delle operazioni di prelievo e l'aggiornamento della mappa posti liberi sono determinati in precedenza dall'elaboratore centrale.

Uno schema del sottosistema è riportato in Fig. 4.

3.3 *Sottosistema AVANZAMENTO PRODUZIONE (in fase di realizzazione)*

Il sottosistema è costituito da una funzione di raccolta dati e da una di elaborazione.

La raccolta dati avviene tramite terminali di officina collegati a un minicalcolatore duplicato (per questioni di sicurezza) a sua volta connesso con l'elaboratore centrale (Fig. 5).

La distribuzione dei terminali è la seguente:

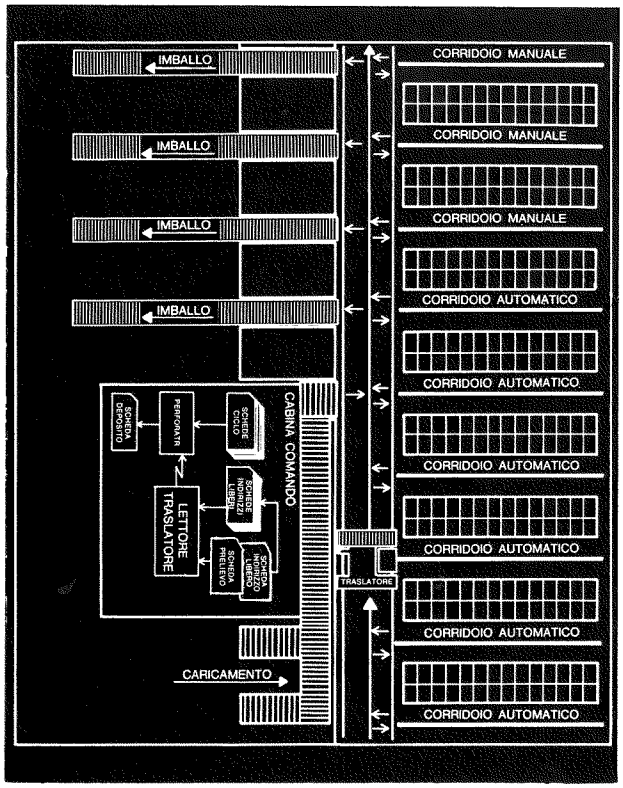


Fig. 4 - Sottosistema magazzino automatico

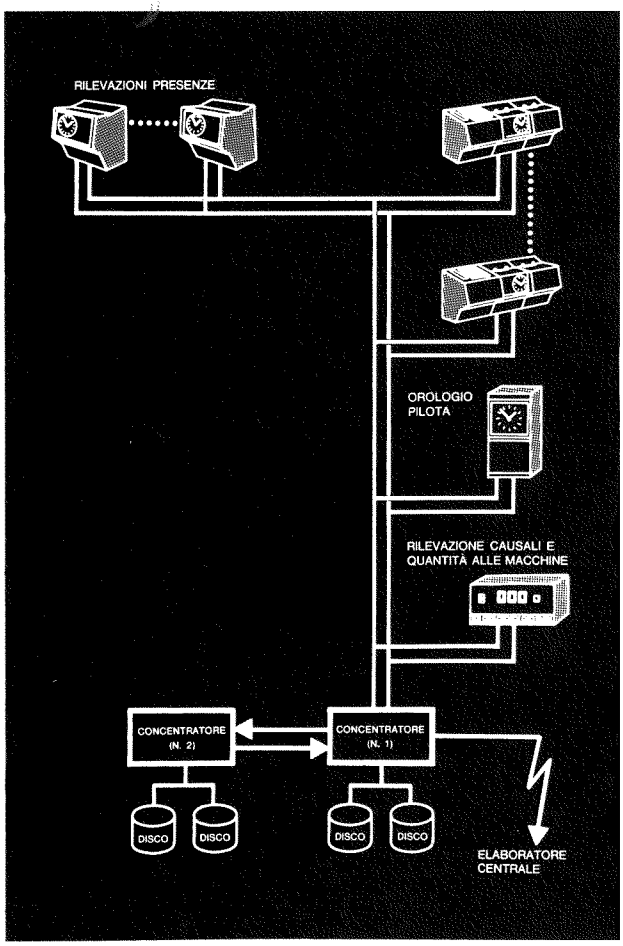


Fig. 5 - Sottosistema avanzamento produzione

— su ogni macchina di stampatura (di viti, dadi o bulloni) è applicato un terminale in grado di contare i pezzi prodotti e, in caso di fermata, su intervento dell'operatore, di fornire le cause del fermo e la sua durata.
— In ogni reparto, sia esso di macchine stampatrici (quindi già dotate di terminale) o meno (forni, attrezzeria, manutenzioni etc.) è installato un terminale per la rilevazione delle presenze nel reparto e per la loro allocazione alle commesse in corso; attraverso tale terminale vengono anche raccolti i dati di lavorazione laddove non siano presenti macchine di stampatura.
Attraverso tali terminali è quindi possibile:
— raccogliere i dati di presenza dei dipendenti
— raccogliere le quantità prodotte per macchina, commessa e dipendenti
— raccogliere i tempi di fermata divisi per causale, macchina per macchina.
Questi dati, trasmessi all'elaboratore centrale, consentono di elaborare:
— le situazioni giornaliere dei semilavorati per reparto, macchina e commessa
— le statistiche di rendimento per dipendente, macchina, reparto e stabilimento
— le statistiche dei tempi persi per causale
— la situazione di avanzamento dei reparti ausiliari (attrezzatura, manutenzione)
— la statistica delle presenze dipendenti, con eliminazione di tutte le registrazioni manuali (cartellini, presenze, etc.).

3.4 Sottosistema ELABORAZIONI TRADIZIONALI

Le funzioni del sottosistema sono principalmente:
— la integrazione degli altri sottosistemi
— la predisposizione dei documenti per uso interno
— la predisposizione dei documenti per uso esterno.
Per completezza viene fornito l'elenco delle procedure componenti il sottosistema con una loro breve descrizione dove opportuno.
— Aggiornamenti anagrafici:
- clienti
- fornitori
- prodotti finiti
- piano dei conti
- stampe degli anagrafici.

— Richieste di produzione:
richieste scadenziate di produzione per far fronte ai nuovi ordini e scorte, eventuali modifiche.
— Aggiornamento magazzino prodotti finiti:
carico e scarico di prodotti finiti con schede provenienti da magazzino automatico e da documenti per magazzino tradizionale - emissione di schede ciclo per prossimi arrivi a magazzino.
— Conferme e rettifiche conferme:
stampa nuove conferme o conferme con variazioni data di consegna.
— Documenti di spedizione:
stampa fatture - tratte (ricevute) - aggiornamento ordini - aggiornamento esistenze depositi - registrazioni contabilità.
— Gestione depositi

- carico e scarico non derivante da fatturazione
- reintegro scorte.

– Contabilità
- giornali IVA
- giornali bollati
- partitari
- estratti conto
- bilanci
- bollati di magazzino (sede e depositi).

– Materiali ausiliari
- stampa richiesta reintegro scorte
- ordini
- entrate valorizzate.

– Documenti officina:
- stampa documenti per prelievo e trattamento preliminare materie prime
- bolle di lavoro (in fase di realizzazione).

– Avanzamento produzione:
in fase di realizzazione.

– Retribuzioni:
- paghe, stipendi
- statistiche personale
- costi del personale.

– Contabilità industriale:
- determinazione costi di reparto
- costi standard prodotti finiti.

– Tabulati vari:
stampa tabulati, a livello operativo e decisionale, riguardanti ordini, prodotti, materiali ausiliari, materie prime, clienti e fornitori.

4. Risultati economici

Premessa

"Gli obiettivi tecnici di per sé non meritano di essere perseguiti... - L'unico valido obiettivo per dei calcolatori è aiutare a conseguire definiti miglioramenti aziendali che senza di loro sarebbero impossibili o antieconomici".

Questa citazione (2) può ben figurare a premessa dei criteri che hanno dettato l'impostazione del sistema.
Risulta chiaro da quanto precede, almeno in termini qualitativi, il duplice obiettivo economico ed organizzativo che ha guidato la decisione dell'investimento; in quanto segue si svilupperà una analisi quantitativa volutamente ristretta agli aspetti monetizzabili. Sia i costi che i benefici vengono valutati al valore dell'anno cui si riferiscono e il criterio di analisi adottato è quello del periodo di ripagamento (pay back).

4.1. *Costi*

Gli investimenti e le spese necessarie per la realizzazione del sistema informativo costituiscono parte integrante del budget costi del Servizio Organizzazione e Controllo di Gestione.
Questa scelta è coerente con il ruolo sin dall'inizio assegnato al sistema informativo di strumento organizzativo che va valutato come tale in termini di efficacia complessiva dal punto di vista aziendale. Di proposito si è scartata l'alternativa di costituire un centro di elaborazione in supporto alle varie Direzioni che "vendesse" (a prezzi di trasferimento interno) i servizi richiesti e che fosse di conseguenza misurato in termini di profittabilità interna. Si è ritenuto che una soluzione di questo genere avrebbe favorito la ricerca di una efficienza del servizio magari a scalpito della realizzazione degli obiettivi aziendali più qualificati e, in particolare, sarebbe stata di ostacolo ad un rapido processo di integrazione delle procedure gestionali considerato obiettivo della massima priorità dati i tassi di sviluppo dell'azienda.
È chiaro che la validità di questa scelta va riferita alla specifica dimensione e struttura organizzativa della Società e, in questo ambito, ai rapporti intercorrenti tra il Servizio Organizzazione e le varie direzioni operative; come tale non è a priori detto sia generalizzabile a casi diversi da quello considerato ma è comunque significa-

TABELLA COSTI (in unità convenzionali)

Voci \ Fasi	1969-1973	1974	1975-76	Budget 1977
apparecchiature	320	100	220	120
personale				
• sviluppo	120	70	100(•)	80(••)
• gestione	230	60	150	50
parallelo	10	10	-	-
conversione	-	10	-	-
formazione	5	5	10	5
adattamento organizzativo	15	5	10	5
indiretti	150	50	120	60
TOTALI	850	310	610	320

(•) Il contenimento dei costi di personale negli anni 1974-1976 è a fronte di una effettiva riduzione di organico corrispondente ad una ridotta attività di sviluppo.
(••) Nel budget 1977 è prevista una limitata ripresa dell'attività di sviluppo per le estensioni e multiplazioni in corso del Sistema Informativo.
In particolare, per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, il budget è dimensionato sull'avviamento del Sistema presso 4 consociate.
Non fanno invece parte del Budget della Sede Centrale qui riportato, le spese di gestione dei Centri periferici che sono caricate sui budget delle consociate e ammontano a circa 70 unità convenzionali comprensivi di ammortamenti, personale operativo e altri costi. Ovviamente a questa cifra dovrà essere contrapposta in prospettiva una quantificazione dei benefici analoga a quella qui retrospettivamente condotta per la Sede Centrale.
È convinzione dell'Azienda che il bilancio si rivelerà positivo a tempi relativamente brevi dato che l'investimento sulle consociate automaticamente beneficia di quello già ammortizzato per la Sede Centrale.

tiva per la chiarezza di impostazione e la coerenza di realizzazione.
Nella tabella che segue viene sintetizzato l'andamento dei costi della azienda con riferimento alle fasi di cui al punto 2.
I costi vengono consuntivati alla fine degli anni 1973, 1974 e 1976, date alle quali il sistema fornisce un complesso di servizi valutabile globalmente in termini di benefici economici e organizzativi.
Viene inoltre aggiunto per completezza il budget costi del 1977 in cui la voce sviluppo è relativa alla multiplazione del sistema informativo sugli elaboratori di 4 consociate e alla implementazione del Sottosistema avanzamento produzione.
Le cifre sono espresse in unità convenzionali, le stesse utilizzate per la valutazione dei benefici.

4.2. *Benefici*
Si è visto come i benefici vadano valutati esclusivamente in un'ottica di efficacia aziendale.
In quanto segue si imposta una suddivisione e valutazione consuntiva dei benefici sempre con riferimento alle date di conclusione della 1a e 2a fase di sviluppo del sistema e alla fine del 1976.
Risparmi diretti
Tenendo conto del tasso di sviluppo dell'azienda durante il periodo considerato e quindi del conseguente incremento dei volumi di lavoro, i risparmi di personale si sono concentrati sulle seguenti funzioni aziendali:
— Vendite: gestione ordini e fatturazione
— magazzini
— amministrazione
— controllo produzione.
A parità di livello di servizio la valorizzazione di tali risparmi dà nelle stesse unità convenzionali utilizzate per la valutazione dei costi:
dal 1969 a fine 1973: 280
nel 1974: 135
nel 1975-76: 300.
Altri risparmi diretti.
Un altro risparmio di personale si è verificato nel centro EDP con l'attuazione della 2a fase in cui l'attività di I/O del sistema informativo è stata in gran parte delegata alle varie funzioni aziendali senza per questo aggravarne il carico di lavoro: la valorizzazione di tale risparmio porta:
nel 1974 a 30
nel 1975-76 a 80

Riduzione degli immobilizzi
Si concentrano nell'area della gestione scorte e possono a consuntivo valutarsi in una riduzione degli oneri finanziari crescente secondo gli anni da 200 a 400 unità convenzionali.
Miglioramento nella gestione del capitale circolante
Dovuto a:
— accelerazione nelle procedure di gestione ordini e fatturazione
— gestione clienti
— gestione fornitori.
Valorizzazione: da 200 a 300 unità convenzionali per anno dal 1973 al 1976
Migliore servizio e migliore informazione
Data la loro caratteristica non si è ritenuto di procedere a una volorizzazione di queste voci che necessariamente sarebbe stata di opinabile approssimazione nonostante che rappresentino una delle principali motivazioni allo sviluppo del sistema.

4.3. *Confronto costi/benefici*
Nella tabella allegata vengono riportate sinteticamente le situazioni di confronto costi/benefici comulati a conclusione dei periodi 1969-1973, 1974 e 1975-76.
Le voci in cui si articola la valutazione sono quelle valorizzate ai paragrafi precedenti.

TABELLA COSTI/BENEFICI (in unità convenzionali)

Voci \ Periodo	1969-1973	1974	1975-1976
Costi	850	310	620
Benefici	880	665	1680
Saldo	30	355	1060

Risulta evidente dalla tabella come la redditività globale del sistema informativo tenda rapidamente a migliorare con il consolidamento della sua fase di gestione.

5. Bibliografia

(1) Sulla opportunità e la metodologia di una tale analisi vedasi: P. BLASIO - *La progettazione dei Sistemi Informativi aziendali* - Quaderni di Informatica N. 7, 1977.
(2) K. GRINDLEY, J. HUMBLE - *The effective computer* - London Mc Graw Hill, 1973

Resoconti e recensioni

Hanno collaborato a questa rubrica:
E. FERRARA, C. FORLANI, G. OCCHINI, G. RAPELLI

SECONDO CONVEGNO DI AGGIORNAMENTO SULL'INFORMATICA PER I GIORNALISTI SCIENTIFICI ITALIANI

St. Vincent, 23 e 24 settembre 1977
Organizzato dall'UGIS (Unione Giornalisti Scientifici Italiani) in collaborazione con la Honeywell Information Systems Italia

Analogamente al primo convegno di questo tipo, tenutosi a Stresa nel maggio 1971, il Convegno di St. Vincent (al quale hanno preso parte una quarantina di giornalisti) prevedeva tre relazioni seguite da dibattito e una visita a una sede HISI.
Le tre relazioni presentate a St. Vincent (ad opera rispettivamente di F. Filippazzi, G. Occhini e M. Speranza) hanno dato un panorama dell'evoluzione del settore degli elaboratori elettronici negli anni sotto l'aspetto tecnologico, sotto l'aspetto applicativo e sotto l'aspetto economico, indicando le linee di sviluppo prevedibili per il prossimo futuro. Esse vengono pubblicate in questo numero della rivista.
La visita prevista dal programma del convegno si è svolta presso gli stabilimenti di produzione della Honeywell Information Systems Italia a Caluso.

G.R.

ASSEGNATO IL PRIMO PREMIO HUSPI PER L'INFORMATICA MEDICA

Si è riunita il 7 ottobre a Pavia la commissione giudicatrice del primo premio HUSPI. Si tratta di un premio di 3 milioni di lire, istituito nell'ambito del progetto HUSPI (Honeywell Università di Pavia per l'Informatica) e destinato, in questa edizione, al miglior lavoro sul tema "L'impiego del calcolatore elettronico nella diagnosi clinica".

Fra i 23 lavori presentati al concorso da studiosi operanti presso università, ospedali e centri di ricerca italiani è risultato vincitore quello presentato da un gruppo di ricercatori dell'Università di Pavia (E. Mira, R. Schmid, M. Stefanelli), riguardante l'uso del calcolatore nello studio della funzionalità vestibolare per mezzo di modelli matematici del sistema vestibolo-oculomotore
La commissione giudicatrice — composta dal Rettore dell'Università di Pavia prof. Gigli Berzolari, dall'amb. Ortona presidente della Honeywell Information Systems Italia, dal prof. Donato direttore del Progetto finalizzato per le tecnologie biomediche del CNR, dal prof. Cherubino presidente della facoltà di Medicina di Pavia, dal prof. Lepski preside della facoltà di Ingegneria di Padova e dal prof. De Lotto direttore del progetto HUSPI — ha ritenuto inoltre meritevoli di particolare segnalazione i lavori presentati dal prof. A. Pedotti di Milano (studio del coordinamento motorio nelle attività neuromuscolari nella locomozione umana e uso del calcolatore per la diagnosi e la messa a punto di terapie riabilitanti) e da un gruppo di ricercatori di Milano, Parma e Pavia (L. De Ambrogi, E. Macchi, B. Taccardi, C. Viganotti) sull'uso del calcolatore per l'analisi della mappa dei potenziali elettrici superficiali del tronco nella diagnosi di cardiopatie.
Il premio HUSPI è stato consegnato ai vincitori in occasione dell'apertura del convegno sulle "Tecniche di elaborazione di immagini di interesse clinico", organizzato dal CNR e dall'Università di Pavia in collaborazione con l'HUSPI, che si è tenuto a Pavia il 19 e 20 ottobre.
Presentato a Pavia nell'ottobre 1975, il progetto HUSPI è entrato ormai nel suo terzo anno di attività. Nato da un accordo di collaborazione scientifica tra l'Università di Pavia e la Honeywell Information Systems Italia esso si propone di promuovere ricerche e studi di informatica, con particolare riguardo alle applicazioni biomediche e sanitarie, attraverso l'istituzione di borse di studio e premi, convegni, viaggi di

studio all'estero e stage presso Centri di ricerca.
Durante il secondo anno di attività nell'ambito del progetto HUSPI si sono svolte otto ricerche di cui due nuove e sei in prosecuzione dell'anno precedente. Di tali ricerche e del loro stato di avanzamento dà conto un volume recentemente pubblicato.
Esse sono le seguenti:
— Analisi automatica dei tracciati elettromiografici (responsabile prof. C. Casella)
— Studio e implementazione di un sistema di software per la gestione di banche di dati specializzate per la elaborazione statistica di dati medicali e realizzazione di un corso di preparazione per gli utilizzatori mediante tecniche C.A.I. (responsabile prof. M. Italiani)
— Possibilità di diagnosi di sindromi vestibolari periferiche e centrali sulla base di un modello matematico del sistema vestibolo-oculomotore (responsabile prof. E. Mira: è la ricerca alla quale si riferisce il lavoro premiato)
— Simulazione mediante modello matematico della cooperazione tra T e B linfociti (responsabile prof. V. Comincioli)
— Image enhancement and restoration techniques (responsabile prof. I. De Lotto)
— La distribuzione cronologica della dose in radioterapia (responsabile prof. P.F. Periti)
— Studio della cinetica del metabolismo del ferro nell'uomo (responsabile prof. M. Stefanelli)
— Digital computer simulation of the mechanics of the respiratory system (responsabile prof. M. Puglisi)
Le ricerche svolte nell'ambito del progetto HUSPI hanno carattere interdisciplinare e sono svolte con il contributo della medicina, dell'elettronica e della matematica, su temi di informatica medica intesa nel senso più vasto. In cinque delle ricerche l'impiego del calcolatore è visto come un aiuto nel processo di diagnosi, attraverso l'applicazione di appositi algoritmi e modelli matematici, mentre nelle rimanenti ricerche si tratta dell'uso del calcolatore come strumento per la gestione di banche di dati medicali o di calcolo per la verifica di modelli di processi biologici di interesse clinico.
Delle otto ricerche quattro hanno usufruito anche di un contributo finanziario da parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche o sono state svolte con la collaborazione di suo personale o di suoi organi di ricerca.

G.R.

CONGRESSO ANNUALE DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA PER IL CALCOLO AUTOMATICO (AICA)

Pisa, 12-14 ottobre 1977

Il Congresso AICA di quest'anno ha visto una partecipazione decisamente più nutrita di quella delle edizioni precedenti (circa 550 persone), un maggior numero di contributi (109 fra relazioni invitate, lavori e comunicazioni, senza contare quelle della sessione industriale) e un'organizzazione (curata da un comitato presieduto da Norma Lijtmaer dell'Istituto per l'Elaborazione dell'Informazione di Pisa) di tipo "americano".
Il programma del Convegno, aperto dal presidente dell'AICA Italiani, prevedeva quattro sessioni plenarie, dedicate rispettivamente alle metodologie di software, ai sistemi distribuiti, alle basi di dati e ai riflessi economici e sociali dell'informatica. Ai primi tre temi erano anche dedicate tre delle sessioni parallele in cui si è articolato il Congresso. Una quarta sessione parallela, che faceva in qualche modo congresso a sè, era dedicata all'automazione nelle biblioteche ed era organizzata in collaborazione con l'Associazione Italiana Biblioteche.
Una sessione particolare è stata inoltre dedicata a "L'inserimento dei laureati in informatica nel mondo del lavoro". Ad essa hanno portato la loro testimonianza (non per tutti positiva) molti laureati, in particolare di Pisa (che, va ricordato, è la sede del più vecchio corso di laurea italiano in scienza dell'informazione).
Il Congresso AICA prevedeva anche, per la prima volta quest'anno, due mostre collaterali, all'uso americano: una "mostra di prodotti industriali e progetti sperimentali" e una "mostra dell'editoria informatica".
Alla prima la Honeywell Information Systems Italia era presente con un minicalcolatore livello 6 dotato di una memoria di 64 KW, un'unità duale a dischetti, un'unità a disco da 18 M byte, una videoconsole, una stampante parallela a 300 righe al minuto, un lettore di schede e un governo per il collegamento a terminali video o alla rete di elaborazione dati NIS (Network Information Service).
Le dimostrazioni in programma erano quelle della funzionalità di multiprogrammazione (applicazioni diverse svolte tramite terminali video contemporaneamente a lavori batch sulla console) e della funzionalità di "remote batch" in collegamento con la rete NIS.
Particolarmente interessante quest'ultima dimostrazione. Il minicalcolatore funziona in modo autonomo per tutte le elaborazioni per le quali le sue risorse sono sufficienti. Per quelle elaborazioni per cui occorrano risorse maggiori si allaccia come terminale intelligente alla rete del Network Information Service (la rete internazionale di elaborazione dati gestita in Europa e in Australia dalla Honeywell Information Systems) per utilizzare le cospicue risorse dei supercentri di calcolo, americani ed europei, cui la rete fa capo e in particolare per utilizzare i programmi di libreria esistenti nelle memorie dei calcolatori di tali supercentri (quest'ultima applicazione è particolarmente interessante per le Università, tali librerie contenendo molti programmi di interesse scientifico).
La Honeywell Information Systems Italia era inoltre presente alla Mostra dell'Editoria Informatica, anch'essa parallela al Congresso, con questa rivista e con "Note di Software" (la rivista edita in collaborazione con l'Istituto di Cibernetica dell'Università di Milano), nonché con la "Collana dei Quaderni di Informatica" edita dalla Franco Angeli e giunta al quarto volume.
Per quanto riguarda il Congresso vero e proprio, la Honeywell era presente con una relazione ("The Honeywell Experimental Distributed Processor") svolta

da E. Douglas Jensen del Systems and Research Center di Minneapolis e riguardante una nuova architettura di sistema a governo interamente decentrato, nonché con le seguenti memorie, concernenti in parte realizzazioni avvenute in collaborazione con altre aziende e con l'Università di Milano:

— Scopi di un'architettura per sistemi distribuiti e suo impiego applicativo (Mike Canepa — Honeywell Information Systems USA)

— Un meccanismo interpretativo per il trattamento delle condizioni eccezionali in un programma gerarchico
(V. De Antonellis, M. Maiocchi, R. Polillo — Università di Milano — Honeywell Information Systems Italia)

— L'uso di coroutines in applicazioni EDP: un insieme di macro per la gestione di coroutines semicoroutines rientranti in COBOL
(O. Fouillouze, F. Giordano, R. Polillo, G. Zafferi — Università di Milano — Sit-Siemens — Honeywell Information Systems Italia)

— Experience of system software module implementation using structured programming and hardware interface simulation (L. Antonelli, M.L. Barbato — Honeywell Information Systems Italia)

— La valutazione dei test ai fini della produttività nella qualificazione del software: uno strumento ed una esperienza pilota (A. Cazziol, C. Cucciati - Honeywell Information Systems Italia — Università di Milano)

— A consistent set of tools for testing and structured programming (A. Brioschi, F. Gariboldi, M. Maiocchi — Honeywell Information Systems Italia — Università di Milano),

mentre una presentazione dei minicalcolatori livello 6 ha avuto luogo nella sessione industriale che della "mostra dei prodotti industriali" costituiva un po' il "prolungamento" in sede di congresso.

G.R.

SEMINARIO SU "L'ECONOMIA DEI SISTEMI INFORMATIVI AZIENDALI: REALTA' E PROSPETTIVE" - Milano, 27-29 giugno 1977

Organizzato dalla Scuola di Direzione Aziendale dell'Università L. Bocconi in collaborazione con la Honeywell Information Systems Italia

Il Seminario si inquadra nella collaborazione esistente tra la Scuola di Direzione Aziendale e la Honeywell Information Systems Italia e che già trova attuazione nel corso sui sistemi informativi che si tiene annualmente nell'ambito del programma "Master in Direzione Aziendale".

Scopo della iniziativa era di avviare una attività di formazione rivolta ai quadri direttivi italiani sugli aspetti economico-organizzativi della informatica, aspetti che, nonostante la loro importanza, non hanno ancora riscosso la dovuta attenzione da parte dell'utenza.

In effetti, la valutazione della redditività degli investimenti in informatica si prospetta in termini problematici anche dal punto di vista metodologico in quanto da una parte tale valutazione non può esaurirsi in un computo puramente finanziario ma deve necessariamente ricondursi agli aspetti di razionalizzazione operativa e quindi, in misura proporzionale alla estensione del processo di informatizzazione, al tema generale della redditività di gestione; dall'altra, essendo il prodotto della meccanizzazione costituito dalla informazione, quest'ultima mentre presenta un costo esattamente definibile con i tradizionali criteri di gestione, assume un valore che non è misurabile se non in modo indiretto attraverso i risultati del suo impiego.

È questo il tema affrontato durante il Seminario che, con la coordinazione di G. Occhini della HISI, si è articolato in una serie di relazioni tenute da docenti sia di provenienza universitaria che aziendale, così da poter bilanciare la discussione degli aspetti conoscitivi e metodologici con quelli più propriamente applicativi.

Nella prima relazione M. Speranza della HISI ha fornito una panoramica complessiva della situazione del mercato italiano della elaborazione dei dati approfondita nei suoi aspetti economici e applicativi; successivamente P. Maggiolini della Università della Calabria e R. Cantoni della Università Bocconi hanno delineato i criteri di applicabilità delle metodologie di analisi economica degli investimenti al settore dell'informatica.

È quindi stata analizzata l'esperienza di due aziende impegnate in progetti informatici di grandi dimensioni: la realizzazione della rete di servizi commerciali per la *FIAT-Veicoli Industriali SpA* presentata da G. Boero della FIAT e da R. Breschi della HISI e la costruzione di un sistema integrato di controllo gestionale per la *Fontana Luigi SpA* presentata da F. Vecchi.

Le considerazioni scaturite dalla analisi dei due casi hanno costituito la logica premessa per un tentativo di inquadramento del problema generale della valutazione degli investimenti in informatica, condotto da P. Maggiolini.

G. Occhini ha infine trattato delle principali tendenze evolutive del settore informatico per metterne in luce le possibili conseguenze di tipo economico-organizzativo sulle modalità di impiego da parte dell'utenza.

A conclusione del Seminario una tavola rotonda cui hanno partecipato rappresentanti delle aziende: Credito Italiano, FIAT — Veicoli Industriali, Fontana, Montedison, Olivetti e Pirelli ha permesso di confrontare tra loro le più significative esperienze maturate in Italia sull'argomento e di mettere a fuoco i diversi orientamenti in atto.

G.O.

TAVOLA ROTONDA SU "SYSTEM HOUSE E MINICALCOLATORI"

Milano, 5 ottobre 1977
Organizzata dalla Honeywell Information Systems Italia

Nella tavola rotonda — alla quale hanno partecipato Giancarlo Baldovini, Direttore Generale della Syntax; Emilio Damioli, Amministratore Delegato della Data Management; Enrico Rusca, Vicepresidente della GE-DA; Carlo Tedeschini Lalli, Direttore Generale della Italsiel; Luigi Viglino, titolare dello Studio di Organizzazione Industriale di Torino; moderatore Carlo Peretti, Direttore Generale e Amministratore Delegato della Honeywell Information Systems Italia — è stato discusso il ruolo che le organizzazioni che si occupano di software e di assistenza applicativa agli utenti (e in particolare ai piccoli utenti) avranno nella diffusione dei minicalcolatori, soprattutto per quanto riguarda le applicazioni gestionali. "System house" o "System builder" è termine americano e indica in particolare organizzazioni che acquistano dal costruttore minicalcolatori "nudi" e li "vestono" del software appropriato, vendendo all'utente soluzioni applicative (cioè macchine, software e assistenza applicativa) chiavi in mano. Questa figura in Italia è ancora molto poca diffusa, e l'iniziativa della Honeywell Information Systems Italia intendeva appunto aprire il dibattito sulle possibili forme di collaborazione fra un costruttore di minicalcolatori (il livello 6 della serie Honeywell 60, annunciantо lo scorso anno) e le case di software per una nuova forma di distribuzione dei piccoli sistemi edp.

La tavola rotonda è stata introdotta da Michele Cimino, Direttore Commerciale Italia, e da Sergio Fabris, Direttore Vendite Progetti Speciali della Honeywell Information Systems Italia. Fabris ha presentato una panoramica dell'evoluzione del mercato dei minicalcolatori del mondo dal loro nascere nel 1965 ad oggi (136 mila sistemi collocati in poco più di dieci anni, previsioni di crescita del mercato del 25% all'anno, ossia a un tasso che è due volte quello degli elaboratori "general purpose") sottolineando come, fra le applicazioni dei minicalcolatori, quelle gestionali stiano prendendo il sopravvento su quelle tradizionali per questo tipo di macchine (automazione e controlli, gestione delle comunicazioni, applicazioni scientifiche) e come tale tendenza dovrebbe accentuarsi in futuro (nel 1980 si prevede che oltre il 50% dei minicalcolatori saranno impiegati in applicazioni gestionali e in Italia l'incremento di queste applicazioni dei minicalcolatori viene stimato intorno al 100% all'anno per i prossimi anni).
Nel corso della tavola rotonda Rusca della GE-DA ha indicato nel settore delle applicazioni gestionali specializzate, ossia dei "pacchetti" specifici per determinate applicazioni (ospedali, comuni, aziende commerciali di un certo tipo ecc.) quello in cui ritiene che le società di software, che non dispongono di grandi organizzazioni commerciali, possano più facilmente trasformarsi in "System house", mentre per le applicazioni gestionali generiche vede piuttosto la possibilità di forme di collaborazione fra case di software e case di hardware, lasciando a queste, più agguerrite sul piano commerciale, la funzione di vendita.
Baldovini della Syntax ha dal canto suo indicato una serie di "richieste" che le società di software dovrebbero avanzare ai costruttori hardware per impegnarsi in un'attività di tipo "System house" (richieste riguardanti l'esclusiva, per zone o per settori; la formazione del personale; il supporto sistemistico e la manutenzione; la promozione delle vendite e i rapporti economici).
Tedeschini Lalli dell'Italsiel ha accennato alla funzione dei mini nei sistemi distribuiti e più in generale alle problematiche nuove sollevate dalla diffusione di questo tipo di macchine e alle attività nuove cui tale diffusione può dare origine (oltre alle "System house", ad esempio, organizzazioni indipendenti di manutenzione). Anch'egli ha comunque sottolineato l'opportunità di accordi, in questo specifico settore, fra case di sofware e case di hardware,
Damioli della Data Management ha ricordato come, soprattutto in Italia, le aziende di software siano spesso anche aziende di servizi, il che può portare a qualche problema di "concorrenza" interna per lo meno nelle zone in cui allacciarsi con un terminale al centro servizi non comporti costi di linea elevati. Anch'egli comunque vede un avvenire in Italia per le "System house", sottolineando peraltro la necessità che il costruttore garantisca gli investimenti in software da parte di esse, in modo che venga loro assicurato un adeguato valore aggiunto e ricavi ripetitivi.
Viglino del SOI ha infine rilevato i "meriti" delle applicazioni gestionali del minicalcolatore (applicazioni predefinite e facili da introdurre, decentramento, funzionamento in tempo reale) e come esse favoriranno una sempre maggiore diffusione di queste macchine nelle aziende.
Numerosi sono stati gli interventi nel dibattito seguito alla tavola rotonda. Anche se i problemi non mancheranno e se su taluni punti vi possono essere divergenze, gli intervenuti hanno riconosciuto la convergenza di interessi fra costruttori e software house circa quella che nelle sue conclusioni l'Amministratore Delegato della HISI Peretti ha definito la necessità di trovare "nuove forme di distribuzione di massa", che garantiscano a un sempre maggior numero di utilizzatori un più facile accesso all'informatica, riducendo a uno (la "System house") i due interlocutori tradizionali (casa di hardware, casa di software) del piccolo utente che non ha la possibilità di sviluppare in casa le proprie applicazioni.

G.R.

LEZIONI UNIVERSITARIE DI INFORMATICA PER TELEVISIONE

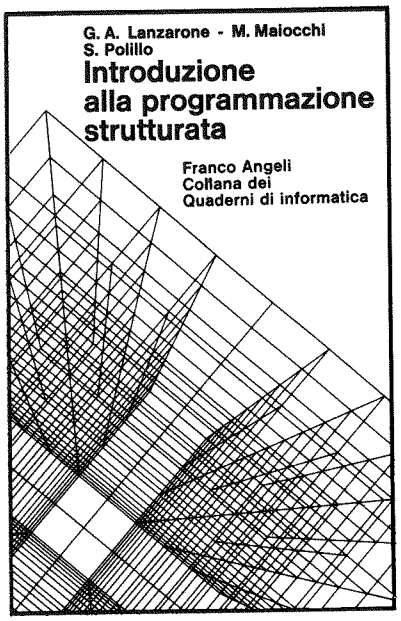
Grazie a un accordo fra l'Università di Milano e la Società dei Servizi Televisivi Royal SpA per la prima volta in Italia sono state messe in onda per televisione

lezioni universitarie organizzate in corsi. Questi vertono su varie materie previste dai piani di studio dell'Università e possono essere seguiti al loro domicilio da studenti o utilizzati più in generale come strumenti di formazione permanente da chiunque sia interessato a tali materie.
I primi due corsi sono dedicati all'informatica e sono stati realizzati dal Centro Televisivo Universitario di Milano nel quadro della collaborazione fra la Honeywell Information Systems Italia e l'Università di Milano.
Il primo ciclo di trasmissioni ha avuto inizio il 20 luglio ed è proseguito per tutti i giorni feriali (sabato escluso) del mese. Esso comprendeva un corso di "*Testing di programmi*", a cura del prof. M. Maiocchi e un corso di "*Multiprogrammazione strutturata*", a cura del prof. R. Polillo.
Le trasmissioni — che dopo la pausa estiva hanno ripreso in autunno, in concomitanza con l'inizio dell'attività accademica — vengono messe in onda dalle emittenti televisive facenti capo alla Royal e collegate in diretta con gli studi principali di questa società al Ciocco in Garfagnana.
Le regioni servite per il momento sono cinque. La Lombardia viene servita dalla Tele Nord Milano (canale UHF 63, orientare l'antenna su Piazza della Repubblica, Milano; oppure canale UHF 58, orientare l'antenna su Monte Canate, a sud di Piacenza). Il Veneto viene servito dalla Tele San Marco (canale UHF 66, orientare l'antenna su Monte Ventolone, a sud di Padova), l'Emilia dalla Tele Monte Faeto (canale UHF 45, orientare l'antenna su Monte Faeto, a sud di Sassuolo). Infine la Toscana e l'Umbria vengono servite dalla T.R.E. (canale UHF 40, orientare l'antenna su Monte Secchieta a sud est di Firenze; canale UHF 51, orientare l'antenna su Monte Meto in Versilia o su Monte Cetona a ovest di Chiusi; canale UHF 59, orientare l'antenna su Monte Pizzorne a nord di Lucca).

G.R.

DUE NUOVI TITOLI NELLA "COLLANA DEI QUADERNI DI INFORMATICA"

Presentata nel giugno 1976 questa collana prende nome dalla nostra rivista, di cui rappresenta una proiezione sul piano librario. Essa è pubblicata, a cura della Honeywell Information Systems Italia, dall'editore Franco Angeli. Ai due primo titoli (*Tecnologia dell'elaboratore elettronico: situazione attuale e prospettive* di Franco Filippazzi e *Il BASIC: teoria ed esercizi* di Enrico Spoletini), recensiti nel n. 6 di questa rivista, si aggiungono ora i due volumi di cui diamo qui di seguito una recensione.



Introduzione alla programmazione strutturata
di G.A. Lanzarone, M. Maiocchi, S. Polillo, pagine 221, Collana dei Quaderni di Informatica, Franco Angeli, 1977

Quando si parla di programmazione strutturata si pensa ad una maggiore leggibilità dei programmi, ad una riduzione del costo della messa a punto e integrazione, a vantaggi di documentazione, gestione, organizzazione e, soprattutto, ad una riduzione del costo di manutenzione e continuazione.
Per il raggiungimento di questi obiettivi ci si avvale di diverse tecniche come la regolamentazione delle strutture di controllo, la scrittura indentata delle istruzioni, la suddivisione dei programmi in moduli di dimensione limitata, la protezione di funzioni e dati critici, la regolamentazione del diritto di accesso ai dati. Soprattutto, in molti casi pratici, vanno sottolineati i vantaggi di un "disegno strutturato" nel senso di una opportuna descrizione gerarchica dei dati e di una derivazione della struttura del programma dalla struttura dei dati e di una più facile risoluzione di eventuali conflitti di struttura tra dati di uscita e dati di entrata mediante vari accorgimenti. In generale poi l'approccio top-down, che è alla base della programmazione strutturata, offre una serie di vantaggi nella realizzazione dei programmi, nella loro documentazione e nella organizzazione dei gruppi di lavoro.
Questi concetti si sono concretati in diverse proposte pratiche tra le quali si possono citare quelle di Jackson, di Warnier, il metodo HIPO (Hierarchical Input Process Output). La validità di questi metodi dovrebbe essere misurata dalla facilità di imparare ad impiegare il diagramma di struttura al posto del tradizionale flowchart per descrivere dati e programmi, non solo nei normali programmi batch che operino su archivi tradizionali, ma anche in programmi interattivi tipo quelli utilizzati in time sharing, in programmi che operino su basi di dati integrate nonché nella messa a punto di

procedure complesse e di sistemi software di trasmissione dati.
Le metodologie di programmazione strutturata sono state oggetto in questi ultimi anni di numerosi studi, pubblicazioni, esperimenti, applicazioni, corsi, convegni sia presso centri di ricerca universitari, sia presso società costruttrici e presso un numero rapidamente crescente di utilizzatori. Ma la diffusione delle conoscenze e dell'impiego delle tecniche di programmazione strutturata è ancora limitata e questo libro, il primo pubblicato in Italia sull'argomento, risponde a un'effettiva esigenza.
Il libro contiene una originale rielaborazione dei concetti della programmazione strutturata ed una chiara esposizione di strutture di controllo standard praticamente utilizzabili nei linguaggi FORTRAN, COBOL e Assembler.
Esso è il frutto di un lavoro avviato da tempo nell'ambito dell'Istituto di Cibernetica dell'Università di Milano. I suoi autori si sono avvalsi in particolare dell'esperienza maturata nella collaborazione con il Software Engineering e con le scuole della Honeywell Information Systems Italia.

E.F.

Il Cobol: teoria ed esercizi
di Enrico Spoletini, pagg. 396, Collana dei Quaderni di Informatica, Franco Angeli, 1977

Era da alcuni anni che l'editoria informatica in Italia trascurava il linguaggio COBOL, uno tra i più diffusi linguaggi di programmazione ed alto livello, lasciandone la divulgazione agli "user manual" delle aziende costruttrici, spesso in inglese e assai poco orientati agli aspetti didattici, ma più a quelli tecnici e specialistici. Questo "Cobol: teoria ed esercizi" deve peraltro la sua validità non solo al fatto di inserirsi in un'area lasciata praticamente libera, ma al modo in cui l'autore affronta con gradualità l'introduzione degli elementi del linguaggio, banalizza inizialmente alcuni aspetti eccessivamente tecnici, riduce la terminologia dello standard (molto precisa e dettagliata, ma piuttosto pesante) e presenta numerosi esempi, sia relativi alle singole istruzioni, sia come programmi completi.
Il libro è diviso praticamente in due parti che presentano due diversi livelli di difficoltà: nella prima la puntualizzazione degli elementi del linguaggio è piuttosto elementare e quindi di particolare interesse per coloro che non sono molto addentro ai problemi della programmazione e cercano un primo approccio con il linguaggio per poter codificare i primi semplici programmi; la seconda, più dettagliata e precisa, consente di spingere a fondo l'indagine sulle proprietà e sulle particolarità delle istruzioni del COBOL.
L'autore ha saputo rendere compatibili, nella presentazione degli argomenti, le esigenze didattiche e l'ordine di suddivisione previsto dallo standard.
Una sequenza di appendici consente infine di avere una panoramica completa delle possibilità più sofisticate che il COBOL offre per affrontare problemi specifici quali gestione di librerie, trasmissione dati, ordinamenti, messa a punto ecc.
L'autore avrebbe forse dovuto dedicare più spazio per illustrare in modo dettagliato le scelte adottate nella soluzione di alcuni esercizi e dare maggiori indicazioni sui modelli di flow chart utilizzati per fornire, come già nel suo precedente libro "Il Basic: teoria ed esercizi", un'idea di programmazione facile, unitaria e corretta.

C.F.